Samp
Vol. 16
17
NATURAL HISTORY MUSEUM

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE.

TOME SEIZIÈME.

1888-1889.

BERLIN
FRIEDLÄNDER & Fils
LIBRAIRES
Carlstrasse, 11.

PARIS
F. SAVY
LIBRAIRE
Boul. St-Germain, 77.

IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
Rue St-Adalbert, 8.

1889-1890

550.6493

SOCIÉTÉ

GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE.

ANNALES

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE

DE

BELGIQUE

TOME SEIZIÈME.

1888-1889

LIÉGE
IMPRIMERIE H. VAILLANT-CARMANNE
Rue St-Adalbert, 8, Liége.

1888-1889

LISTE DES MEMBRES

MEMBRES EFFECTIFS [1].

1 MM. ANDRIMONT (Julien d'), ingénieur, administrateur du charbonnage du Hasard, sénateur, bourgmestre de la ville de Liége, 110, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

2 ANCION (Alfred), ingénieur, membre de la Chambre des représentants, 22, boulevard Piercot, à Liége.

3 AUBEL (Edmond van), docteur en sciences physiques et mathématiques, répétiteur à l'Ecole militaire, 3, rue Royale, à Bruxelles.

4 BALLION-VERSAVEL (Jean), membre de la Société malacologique de Belgique, 8-9, place de la Calandre, à Gand.

5 BATTAILLE (Albert), ingénieur, 14, rue des Augustins, à Liége.

6 BAYET (Louis), ingénieur, à Walcourt.

7 BIA (Gustave), ingénieur, directeur-gérant de la Société du Couchant du Flénu, à Quaregnon.

8 BLANCHART (Camille), ingénieur, à Auderghem.

9 BLANCKART (Charles, baron de), docteur en sciences naturelles, docteur en droit, au château de Lexhy, par Fexhe-le-haut-Clocher.

10 BLONDIAUX (Auguste), ingénieur, à Morialmé.

[1] L'astérisque (*) indique les membres à vie.

11 MM. Boissière (Albert), ingénieur de la Compagnie parisienne du gaz, 9, boulevard de Denain, à Paris.

12 Bougnet (Eustache), ingénieur en chef-directeur honoraire des mines, à Jemeppe.

13 Boulanger (Eugène), ingénieur, place du Marché, à Châtelet.

14 Bourg (Victor), ingénieur-adjoint à la direction des charbonnages du Bois-du-Luc, à Bois-du-Luc, par Houdeng-Goegnies.

15 Boveroulle (Étienne), ingénieur à la Société des charbonnages de Mariemont, à Bascoup.

16 Braconier (Frédéric), sénateur et industriel, 7, boulevard d'Avroy, à Liége.

17 Braconier (Ivan), propriétaire, au château de Modave.

18 Breithof (Nicolas), ingénieur, professeur à l'Université, 54, rue du Canal, à Louvain.

19 Briart (Alphonse), ingénieur en chef des charbonnages de Mariemont et Bascoup, membre de l'Académie, à Morlanwelz.

20 Brixhe (Emile), directeur-gérant de la Société métallurgique Austro Belge, à Corphalie, par Huy.

21 Bruggen (Louis van der), membre de diverses sociétés savantes, 109, rue Belliard, à Bruxelles.

22 Bustin (Oscar), ingénieur, 25, rue de Bériot, à Louvain.

23 Cartuyvels (Jules), ingénieur, directeur de l'administration de l'agriculture, 40, rue Breydel, à Bruxelles.

24 Cesaro (Giuseppe), professeur, 5, rue Duvivier, à Liége.

25 Chandelon (Théodore), docteur en sciences naturelles et en médecine, chargé de cours à l'Université, 47, rue Louvrex, à Liége.

26 MM. Chaudron (Joseph), ingénieur en chef honoraire des mines, à Auderghem.

27 Clerfayt (Adolphe), ingénieur, maître de carrières, à Esneux.

28 Cocheteux (Albert), ingénieur, 25, rue Fabry, à Liége.

29 Cogels (Paul), propriétaire, au château de Boeckenberg, à Deurne, par Anvers.

30 Cornet (Jules), étudiant, 36, chaussée de Bruxelles, à Ledeberg-lez-Gand.

31 Crépin (François), membre de l'Académie, directeur du jardin botanique, 31, rue de l'Association, à Bruxelles.

32 Crismer (Léon), pharmacien, assistant à l'Université, 46, rue Pont-d'Ile, à Liége.

33 Crocq (Jean), docteur en médecine, professeur à l'Université, sénateur, 110, rue Royale, à Bruxelles.

34 Daimeries (Anthime), ingénieur, 20, avenue des Arts, à Bruxelles.

35 Davreux (Paul), ingénieur, inspecteur de l'enseignement professionnel, 14, rue Lefrancq, à Schaerbeek.

36 Deby (Julien), ingénieur, 31, Belsize avenue, Hampstead, W., Londres.

37 Decamps (Louis), docteur en sciences naturelles, 41, rue Sommeleville, à Verviers.

38 Defrance (Charles), directeur-gérant de la Société des mines et usines de cuivre de Visgnaes, 20, boulevard Léopold, à Anvers.

39 Dehu ( ), régisseur de la Société des Vingt-Quatre Actions, à Quaregnon.

40 De Jaer (Ernest), ingénieur en chef-directeur des mines, 22, rue de la Chaussée, à Mons.

41 De Jaer (Jules), ingénieur en chef-directeur au corps des mines, 4, rue Vieux-Marché-aux-Bêtes, à Mons.

42 MM. Dejardin (Louis), ingénieur au corps des mines, 33, boulevard d'Avroy, à Liége.

43 * De Koninck (Lucien-Louis), ingénieur, professeur à l'université de Liége, à Hamoir.

44 Deladrière (Gédéon), ingénieur en chef de la Société des produits, à Flénu, par Jemmapes.

45 Delvaux (Émile), capitaine de cavalerie, membre de la Société géologique de France, 216, avenue Brugmann, à Uccle.

46 Denis (Hector), avocat, membre de la Société malacologique, professeur à l'université de Bruxelles, 42, rue de la Croix, à Ixelles.

47 Denys (Ernest), ingénieur, directeur de la Société anonyme des phosphates du Bois d'Havré, à Havré.

48 Deprez (Georges), ingénieur, à Val-St-Lambert.

49 De Puydt (Marcel), avocat, directeur du contentieux de la ville de Liége, rue Bertholet, à Liége.

50 Descamps (Armand), ingénieur, à St-Symphorien.

51 Desprez (Émile), élève-ingénieur, 27, rue André-Dumont, à Liége.

52 Despret (Eugène), ingénieur à Boom.

53 Despret (Georges), ingénieur, à Jeumont (Erquelinnes, poste restante).

54 * Destinez (Pierre), préparateur à l'Université, 9, rue Ste-Julienne, à Liége.

55 Desvachez (Jules), ingénieur principal au corps des mines, 67, rue de la Chaussée, à Mons.

56 * Dewalque (François), ingénieur, professeur à l'Université, 26, rue des Joyeuses Entrées, à Louvain.

57 Dewalque (Gustave), membre de l'Académie, professeur à l'Université, 17, rue de la Paix, à Liége.

58 MM. Donckier de Donceel (Charles), ingénieur, 56, rue Bodeghem, à Bruxelles.

59 Dorlodot (Henry de), abbé, docteur en théologie, professeur au Grand Séminaire, à Namur.

60 Dormal (Victor), docteur en sciences naturelles, à Waret-l'Evêque.

61 Dubois (Mathieu), ingénieur-directeur des charbonnages de Marihaye, à Flémalle-Grande.

62 Dudicq (Léon), ingénieur principal des charbonnages de la Réunion, à Mont-sur-Marchienne.

63 Dugniolle (Maximilien), professeur à l'Université, 57, Coupure, rive gauche, à Gand.

64 Dulait Jules), ingénieur-métallurgiste, rue de Montigny, à Charleroi.

65 Dumont (André), ingénieur, professeur à l'université de Louvain, 51, Longue rue d'Argile, à Anvers.

66 Dupire (Arthur), ingénieur, à Dour.

67 Durand (Émile), chimiste, 76*b*, rue de la Consolation, à Schaerbeek (Bruxelles).

68 Durant (Henry), ingénieur, inspecteur des charbonnages patronnés par la Société générale pour favoriser l'industrie nationale, 32, avenue d'Auderghem, à Bruxelles.

69 Durant (Prudent), directeur-gérant du charbonnage du Grand-Mambourg, à Montigny-sur-Sambre.

70 Englebert (Félix), ingénieur, inspecteur-général des constructions au ministère de la justice, 47, rue Juste-Lipse, à Bruxelles.

71 Ertborn (baron Octave van), 14, rue des Lits, à Anvers.

72 Faly (Joseph), ingénieur principal au corps des mines, 36, rue Chisaire, à Mons.

73 Faucan (Jean), ingénieur, assistant de minéralogie à l'Université, 3, rue de l'Enseignement, à Liége.

74 MM. Fayol (Henri), ingénieur, directeur des mines de Commentry (France-Allier).

75 Firket (Adolphe), ingénieur en chef-directeur des mines, chargé de cours à l'Université, 28, rue Dartois, à Liége.

76 Focquet (Amand), ingénieur aux charbonnages de Mariemont, à Morlanwelz.

77 Folie (François), docteur en sciences, membre de l'Académie, directeur de l'Observatoire, à Liége.

78 Forir (Henri), ingénieur, conservateur des collections minéralogiques et géologiques de l'Université, répétiteur de minéralogie et de géologie à l'Ecole des mines, 75, rue Haut-Laveu, à Liége.

79 Fraipont (Julien), docteur en sciences naturelles, professeur à l'Université, 17, rue Mont-St-Martin, à Liége.

80 Galland (A), ingénieur d'arrondissement du service provincial de la Flandre Orientale, à Gand.

81 Gérard (Paul), étudiant, 20, rue de Berlaimont, à Bruxelles.

82 Germaux (Edmond), ingénieur, directeur-gérant des charbonnages des Onhons-Grand-Fontaine, à Fléron.

83 Gilkinet (Alfred), docteur en sciences naturelles, membre de l'Académie, professeur à l'Université, 13, rue Renkin, à Liége.

84 Gillet (Lambert), ingénieur, industriel, à Andenne.

85 Gindorff (Frantz), directeur-gérant de la Société de la Nouvelle-Montagne, à Engis.

86 Goret (Léopold), ingénieur, professeur de chimie industrielle à l'Ecole des mines, 21, rue Ste-Marie, à Liége.

87 Guequier (Jules), préparateur à l'Université, 70, quai des Tuileries, à Gand.

88 MM. HABETS (Alfred), ingénieur, professeur à l'Université, 4, rue Paul Devaux, à Liége.

89 HALLEUX (Arthur), ingénieur des mines, 3, rue des Eburons, à Liége.

90 HAMAL (Victor), ingénieur, 9, rue Charles Morren, à Liége.

91 HANUISE (Émile), professeur à l'Ecole des mines du Hainaut, rue des Chartiers, à Mons.

92 HAUZEUR (Jules), ingénieur, 25, boulevard d'Avroy, à Liége.

93 HENIN (François), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage d'Aiseau-Presles, à Farciennes.

94 HENIN (Jules), ingénieur des charbonnages d'Aiseau-Presles, à Farciennes.

95 HENNEQUIN (Émile), lieutenant-colonel d'état-major, directeur de l'Institut cartographique militaire, à la Cambre, à Bruxelles.

96 HOCK (Gustave), ingénieur, professeur à l'Athénée, 27, boulevard Beauduin de Jérusalem, à Mons.

97 HOCK (Octave), ingénieur aux aciéries d'Isberghes, par Aire (France — Pas-de-Calais).

98 HOLZAPFEL (E), professeur à l'Ecole technique supérieure, à Aix-la-Chapelle (Prusse).

99 HOUDRET (Emile), ingénieur, à Ensival.

100 HUBÉ (Jean), ingénieur, à Dombrowa, station du chemin de fer de Varsovie à Vienne, gouvernement de Petrokow (Russie).

101 HUBERT (Herman), ingénieur au corps des mines, 26, rue des Vingt-Deux, à Liége.

102 ISAAC (Isaac), ingénieur, directeur des travaux des charbonnages du Levant du Flénu, à Cuesmes.

103 JACQUET (Jules), ingénieur au corps des mines, 5, rue des Orphelins, à Mons.

104 MM. Jamme (Henri), ingénieur, directeur des mines et usines de la Vieille-Montagne, à Moresnet-neutre (Calamine).

105 Janson (Paul), avocat, 18, place du Petit-Sablon, à Bruxelles.

106 Jorissen (Armand), docteur en sciences naturelles, agrégé spécial à l'Université, 110, rue Sur-la-Fontaine, à Liége.

107 Jorissenne (Gustave), docteur en médecine, 130, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

108 Jottrand (Félix), ingénieur au corps des mines, 20, rue Léopold, Liége.

109 Jouniaux (Émile), ingénieur, à Roux.

110 Julien (A.), professeur à la faculté des sciences, 40, place de Jaude, à Clermont-Ferrand (France — Puy-de-Dôme).

111 Kennis (Guillaume), ingénieur, 43, rue Vifquin, à Scharbeek.

112 Knepper-Gloesener (Jean), architecte de district, à Diekirch (Grand-duché de Luxembourg).

113 Kreglinger (Adolphe), ingénieur, directeur de l'usine à gaz de Lieben, près Prague (Autriche-Hongrie).

114 Kuborn (Hyacinthe), docteur en médecine, membre de l'Académie, président de la Société royale de médecine publique de Belgique, à Seraing.

115 Kumps (Gustave), ingénieur des ponts et chaussées, 48, rue du Prince-Royal, à Bruxelles.

116 Kupfferschlaeger (Isidore), professeur émérite à l'Université, 18, rue du Jardin-Botanique, à Liége.

117 Lambot (Léopold), ingénieur et industriel, à Marchienne-au-Pont.

118 Laporte (Léopold), directeur-gérant de la Société des Produits, à Flénu, par Jemmapes.

119 MM. Laurent (Odon), ingénieur, directeur de charbonnage, à Dour.

120 La Vallée Poussin (Charles de), professeur à l'Université, 190, rue de Namur, à Louvain.

121 Laveine (Oscar), ingénieur des mines de Courcelles-lez-Lens, par Hénin-Liétard (France. — Pas-de-Calais).

122 Leduc (Victor), ingénieur, directeur-gérant des charbonnages de Wérister, à Beyne-Heusay.

123 Lefèvre (Théodore), secrétaire de la Société Royale malacologique de Belgique, 10, rue du Pont-Neuf, à Bruxelles.

124 Le Maire (Gustave), agent général de la Compagnie parisienne du gaz, 49, rue de Maubeuge, à Paris.

125 Lequarré (Nicolas), professeur à l'Université, 37, rue André-Dumont, à Liége.

126 Levieux (Fernand), étudiant, 157, avenue Louise, à Bruxelles.

127 L'Hoest (Gustave), ingénieur au chemin de fer de l'Etat, 22, quai Mativa, à Liége.

128 Libert (Joseph), ingénieur au corps des mines, 15, rue des Armuriers, à Liége.

129 Limbourg-Stirum (Adolphe, comte de), propriétaire, au château de Lumay, près Hougaerde.

130 Loë (Alfred, baron de), propriétaire, 64, boulevard de Waterloo, à Bruxelles.

131 Lohest (Maximin), ingénieur honoraire des mines, assistant de géologie à l'Université, 27, rue des Guillemins, à Liége.

132 Loiseau (Oscar), ingénieur des usines à zinc d'Ougrée, à Ougrée.

133 Loncke (Alfred), propriétaire, à Nimy-Maisières.

134 Macar (Julien de), ingénieur, 36, avenue des Arts, à Bruxelles.

135 MM. MALAISE (Constantin), membre de l'Académie, professeur à l'Institut agricole, à Gemboux.

136 MALHERBE (Renier), ingénieur en chef-directeur des mines, 14, rue Dartois, à Liége.

137 MARCOTTY (Désiré), ingénieur, à Montegnée, par Ans.

138 MARCQ (Dieudonné), docteur en médecine, à Carnières.

139 MATIVA (Henri), ingénieur attaché à la Société générale, 51, rue Lesbroussart, à Ixelles.

140 MINSIER (Camille), ingénieur principal au corps des mines, 11, rue de l'Ecluse, à Charleroi.

141 MOENS (Jean), avocat, à Lede.

142 MONSEUX (Arthur), ingénieur-directeur de la manufacture de glaces, à Roux.

143 MOREELS (Louis), artiste peintre, 53, rue Bois-l'Evêque, à Liége.

144 MOTTARD (Albert), ingénieur, à Herstal.

145 MOURLON (Michel), membre de l'Académie, conservateur au Musée royal d'histoire naturelle, 107, rue Belliard, à Bruxelles.

146 MULLENDERS (Joseph), ingénieur, 7, rue Renkin, à Liége.

147 MUNCK (Emile de), artiste peintre, 85, rue d'Arlon, à Bruxelles.

148 NESTEROWSKY (Nicolas), ingénieur des mines, à Bérésovski-Roudnick, Ekatherinenbourg, gouvernement de Perm (Russie).

149 NOBLET (Albert), ingénieur, propriétaire de la *Revue industrielle des mines*, 40, rue Beckmann, à Liége.

150 ORMAN (Ernest), ingénieur principal des mines, 10, rue de la Poterie, à Mons.

151 ORTLIEB (Jean), chimiste, 169, rue de Mérode, à St-Gilles (Bruxelles).

152 MM. Otreppe de Bouvette (Frédéric baron d'), 5, rue des Carmes, à Liége.

153 Overloop (Eugène van), banquier, 48, rue Royale à Bruxelles.

154 Paquot (Remy), ingénieur, administrateur délégué de la Compagnie française des mines et usines d'Escombrera-Bleyberg, à Montzen.

155 Passelecq (Philippe), ingénieur, à Jumet.

156 Pavoux (Eugène), ingénieur, directeur gérant de la manufacture de caoutchouc Eugène Pavoux et Cie, 14, rue Delaunoy, à Molenbeck (Bruxelles).

157 Perard (Louis), ingénieur, professeur à l'Université, 101, rue du St-Esprit, à Liége.

158 Pergens (Edouard), docteur en sciences, 93, rue de la Station, à Louvain.

159 Peterman (Arthur), docteur en sciences naturelles, directeur de la Station agricole de et à Gembloux.

160 Petitbois (Ernest), ingénieur aux charbonnages de Mariemont et Bascoup, à Morlanwelz.

161 Petitbois (Gustave), ingénieur, 97, rue Louvrex, à Liége.

162 Piedboeuf (J.-Louis), ingénieur, industriel, 17, Bismarkstrasse, à Düsseldorf (Prusse).

163 Piret (Adolphe), membre de diverses sociétés savantes de la Belgique et de l'étranger, 22, rue du Château, à Tournai.

164 Plumat (Polycarpe), sous-ingénieur au Charbonnage du Grand-Hornu, à Hornu.

165 Plumier (Charles), ingénieur au corps des mines, 3, rue de Malines, à Charleroi.

166 Poskin (Jules), docteur en sciences naturelles, professeur à l'Ecole d'agriculture de et à Mons-sur-Marchienne.

167 Preter (Herman de), ingénieur, administrateur délégué de la Société industrielle d'électricité, boulevard Botanique, à Bruxelles.

168 MM. Raeymaekers (Désiré), docteur en médecine, 164, rue de la Station, à Louvain.

169 Remont (Lucien), ingénieur, directeur-gérant des laminoirs de et à Châtelet.

170 Renard (l'abbé A.), professeur à l'université de Gand, à Wetteren.

171 Reul (Gustave de), ingénieur, 74, chaussée de Louvain, à Namur.

172 Reul (Joseph), ingénieur aux charbonnages de Courcelles-Nord, à Courcelles.

173 Reuleaux (Jules), ingénieur, consul de Belgique, à Philadelphie (Etats-Unis).

174 Roger (Nestor), ingénieur des charbonnages réunis de Charleroi, à Charleroi-faubourg.

175 Ronkar (Émile), ingénieur des mines, chargé de cours à l'Université, 249, rue St-Gilles, à Liége.

176 Rucquoy (Alfred), propriétaire, 26, rue du Pont-Neuf, à Bruxelles.

177 Sauvage (Paul), ingénieur, 61, rue Kipdorp, à Anvers.

178 Schmidt (Fritz), ingénieur, à Kalk, près Cologne (Prusse).

179 Sélys-Longchamps (baron Edmond de), membre de l'Académie, sénateur, 34, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

180 Sélys de Brigode (baron Raphaël de), rentier, 36, boulevard de la Sauvenière, à Liége.

181 Sépulchre (Armand), ingénieur-directeur, à Aulnoye-lez-Berlaimont (France—Nord).

182 Sépulchre (Victor), ingénieur, à Maxéville (France — Meurthe-et-Moselle).

183 Siegen (Pierre-Mathias), conducteur des travaux publics, architecte de S. M. le Roi grand-duc, à Luxembourg.

184 MM. Simony (baron H. de), ingénieur en chef-directeur honoraire au corps des mines, 4, rue de la Grosse-Pomme, à Mons.

185 Smeysters (Joseph), ingénieur en chef-directeur au corps des mines, à Marcinelle, par Charleroi.

186 Somzée (Léon), ingénieur, membre de la Chambre des représentants, 217, rue Royale, à Bruxelles.

187 Soreil (Gustave), ingénieur, à Maredret, par Anthée.

188 Sottiaux (Amour), directeur-gérant de la Société anonyme des charbonnages, hauts-fourneaux et usines de Strépy-Bracquegnies, à Strépy-Bracquegnies.

189 Souheur (Bauduin), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage des Six-Bonniers, à Seraing.

190 Spring (Walthère), ingénieur, professeur à l'Université, 32, rue Beckmann, à Liége.

191 Stainier (Xavier), docteur en sciences naturelles, 78, chaussée de Wâvre, à Ixelles (Bruxelles).

192 Steinbach (Victor), ingénieur, 32, rue de Livourne, à Bruxelles.

193 Stevenson (J.-J.), professeur à l'Université, Washington Square, à New-York (Etats-Unis).

194 Stoclet (Victor), ingénieur, secrétaire de la Compagnie du Nord de la Belgique, 73, avenue Louise, à Bruxelles.

195 Stoesser (Alphonse), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage de Sacré-Madame, à Dampremy.

196 Storms (Raymond), propriétaire, 13, rue du Président, à Bruxelles.

197 Thauvoye (Albert), ingénieur, directeur-gérant du charbonnage de Bray-Maurage.

198 Théate (Ernest), ingénieur, Casilla 112, Concepcion (Chili, viâ Lisbonne et Magellan).

199 Tillier (Achille), architecte, à Pâturages.

200 MM. Tomson (Eugène), ingénieur, directeur de la Société anonyme des charbonnages Gneisenau, à Derne, 44, Kaiserstrasse, à Dortmund (Prusse).

201 Tras (le R. P.), professeur au collège N. D. de la Paix, à Namur.

202 Ubaghs (Casimir), naturaliste, rue des Blanchisseurs, à Maestricht (Limbourg néerlandais).

203 Van der Capellen (Antoine), pharmacien, membre de la Société géologique de France, 20, Marché au Beurre, à Hasselt.

204 Vanderhaeghen (Hyacinthe), membre de la Société royale de botanique de Belgique, 182[1], chaussée de Courtrai, à Gand.

205 Vasseur (Adhémar), ingénieur du charbonnage d'Hornu et Wasmes, à Wasmes.

206 Vaux (Adolphe de), ingénieur, 15, rue des Anges, à Liége.

207 Velge (Gustave), ingénieur civil, conseiller provincial et bourgmestre de Lennick-St-Quentin.

208 Vincent (Gérard), préparateur au Musée d'histoire naturelle de Bruxelles, 97, avenue d'Auderghem, à Etterbeck (Bruxelles).

209 Watteyne (Victor), ingénieur au corps des mines, 22, boulevard Dolez, à Mons.

210 Witmeur (Henri), ingénieur principal des mines, professeur à l'Université et à l'Ecole polytechnique, 14, rue d'Ecosse, à Bruxelles.

211 Zuylen (Gustave van), ingénieur et industriel, 8, quai de l'Industrie, à Liége.

212 Zuylen (Léon van), ingénieur honoraire des mines, 51, boulevard Frère-Orban, à Liége.

MEMBRES HONORAIRES.

1 MM. Beyrich (E.), professeur à l'Université, conseiller intime, 29, Französischestrasse, W., à Berlin.

2 Burmeister (Herman), directeur du Musée, à Buenos-Ayres.

3 Capellini (Giovanni), commandeur, recteur de l'Université, via Zamboni, à Bologne (Italie).

4 Cocchi (Igino), professeur, directeur du Musée d'histoire naturelle, à Florence (Italie).

5 Dana (James Dwight), professeur à Yale College, à New Haven (Connecticut — Etats-Unis).

6 Daubrée (Auguste), membre de l'Institut, directeur honoraire de l'Ecole des mines, 254, boulevard St-Germain, à Paris.

7 Dechen (Heinrich von), inspecteur des mines et conseiller intime, à Bonn (Prusse).

8 Etheridge (Robert), Esq., F. R. S., L., G. and E. S., conservateur-adjoint de la section géologique du *British Museum*, 14, Carlyle Square, Chelsea, S. W., Londres.

9 Favre (Alphonse), professeur émérite à l'Académie, rue des Granges, à Genève (Suisse).

10 Geinitz (Hans Bruno), professeur à l'Université, conseiller intime, 10, Lindenaustrasse, à Dresde (Saxe).

11 Gosselet (Jules), professeur à la Faculté des sciences, 1, rue des Fleurs, à Lille (France-Nord).

12 Hall (James), professeur, géologue de l'Etat, à Albany (New-York — Etats-Unis).

13 Hauer (Frantz, chevalier von), intendant du Musée I. R. d'histoire naturelle, 1, Burgring, à Vienne (Autriche).

14 Hauchecorne ( ), directeur de l'Académie des mines et de la Carte géologique de Prusse et de Thuringe, 44, Invalidenstrasse, à Berlin.

15 MM. Hébert (Edmond), professeur à la Sorbonne, membre de l'Institut, 10, rue Garancière, à Paris.

16 Hull (Edward), Esq., F. R. S., directeur du *Geological Survey* de l'Irlande, 14, Hume Street, à Dublin (Iles britanniques).

17 Hunt (T. Sterry), LL. D., F. R. S., Park Avenue Hôtel, New-York (Etats-Unis)

18 Huxley (Thomas), F. R. S., professeur d'histoire naturelle à l'Ecole des mines, 4, Marlborough place, St-John's Wood, à Londres, N. W.

19 Prestwich (Joseph), F. R. S., F. G. S., à Darent-Hulme, Shoreham, near Sevenoaks, Kent (Angleterre).

20 Quenstedt (Dr Friedrich August von), professeur à l'Université, à Tübingen (Wurtemberg).

21 Rammelsberg (C.-F.), professeur à l'Université, à Berlin.

22 Ramsay (Andrew C.), F. R. S., F. G. S., ancien directeur général du *Geological Survey* du Royaume-Uni, 7, Victoria Terrace, Beaumaris (Angleterre).

23 Roemer (Ferdinand), professeur à l'Université, 38, Schuhbrücke, à Breslau (Prusse).

24 Sandberger (Fridolin von), professeur à l'Université, à Wurzbourg (Bavière).

25 Saporta (Gaston, marquis de), correspondant de l'Institut, à Aix (France — Bouches-du-Rhône).

26 Smyth (Sir Warington), F. R. S., F. G. S., inspecteur en chef des mines de la Couronne, 5, Inverness Terrace, à Londres, W.

27 Steenstrup (Japet), professeur à l'Université, à Copenhague (Danemarck).

28 Suess (Eduard), professeur à l'Université, à Vienne (Autriche).

29 Trautschold (H.), professeur, 42, Kronprinzenstrasse, Breslau (Prusse).

30 M. WINKLER (T. C.), conservateur du Musée Teyler, à Haarlem (Néerlande).

MEMBRES CORRESPONDANTS.

1 MM. BARROIS (Charles), maître de conférences à la faculté des sciences, 185, rue de Solférino, à Lille (France-Nord).

2 BLANFORD (W. T.), ancien directeur du *Geological Survey* de l'Inde, 72, Bedford Gardens, Kensington, à Londres.

3 BENECKE (Ernest Wilhem), professeur de géologie à l'Université, à Strasbourg (Allemagne).

4 BONNEY (le Révérend Thomas Georges), F. R. S., F. G. S., professeur à University College, 23, Denning Road, Hampstead, N. W., à Londres.

5 BRUSINA (Spiridion), directeur du Musée national de zoologie et professeur à l'Université, à Agram (Autriche-Croatie).

6 CARRUTHERS (William), paléontologiste au *British Museum*, à Londres.

7 COPE (Edw. D.), professeur, 2100, Pine Street, à Philadelphie (États-Unis).

8 CORTAZAR (Daniel de), ingénieur, membre de la Commission de la carte géologique d'Espagne, à Madrid

9 COSTA (Francisco Antonio Pereira da), professeur à l'École polytechnique, à Lisbonne.

10 COTTEAU (Gustave), juge honoraire, membre de diverses sociétés savantes, à Auxerre (France — Yonne).

11 DAWSON (sir John William), principal de M' Gill University, à Montreal (Canada).

12 DELGADO (J. F. N.), chef de la section des travaux géologiques du Portugal, à Lisbonne.

13 MM. Des Cloizeaux (A.), membre de l'Institut, professeur au Muséum d'histoire naturelle, 13, rue de Monsieur, à Paris.

14 Duncan (Peter Martin), professeur de géologie à King's College, 6, Grosvenor Road, Gunnersburg, W, à Londres.

15 Evans (John), industriel, F. R. S., Nash Mills, Hemel Hempstead (Angleterre).

16 Favre (Ernest), 6, rue des Granges, à Genève (Suisse).

17 François (Jules), inspecteur général des mines, 81, rue Miroménil, à Paris.

18 Gaudry (Albert), membre de l'Institut, professeur au Muséum, 7 *bis*, rue des Saints-Pères, à Paris.

19 Grand'Eury (F. Cyrille), ingénieur, 23, cours Saint-André, à St-Etienne (France-Loire).

20 Gümbel (W.), président de la Commission géologique de la Bavière, 20 $^{9}/_{2}$, Gabelsbergerstrasse, à Munich.

21 Gurlt (Adolphe), docteur en philosophie, ingénieur, à Bonn (Prusse).

22 Hoefer (Hans), professeur à l'école des mines de Leoben (Autriche).

23 Hughes (Thomas M' Kenny), Esq., F. R. S., professeur à l'Université, à Cambridge (Angleterre).

24 Jacquot (E.), inspecteur général des mines, 83, rue de Monceau, à Paris.

25 Judd (J.-W.), F. R. S., professeur de géologie à l'Ecole royale des mines, Science Schools, South Kensington, à Londres, S. W.

26 Kayser (Emmanuel), professeur de géologie à l'Université, membre de l'Institut royal géologique, à Marburg (Prusse).

27 Keyserling (Alexandre, comte de), curateur à l'université de Dorpat, à Raikull, par Reval (Russie, Esthonie).

28 MM. Koenen (Dr Adolphe von), professeur à l'Université, à Goettingen (Prusse).

29 Kokscharow (Nicolas de), général-major, membre de l'Académie impériale des sciences, Wassili-Ostrow, ligne des Cadets, no 1, à Saint-Pétersbourg.

30 Lapparent (Albert de), professeur à l'Institut catholique, rue de Tilsitt, 3, à Paris.

31 Lesquereux (Leo), botaniste, à Columbus, Ohio (Etats-Unis).

32 Lory (Charles), professeur de géologie à la Faculté des sciences, à Grenoble (France — Isère).

33 Lossen (Karl August), professeur de pétrographie à l'Université et à l'Ecole des mines, membre de l'Institut Royal géologique, 8, Kleinbeerenstrasse, N., à Berlin.

34 Mayer (Charles), professeur à l'Université, 20, Thalstrasse, Hottingen, à Zurich (Suisse).

35 Medlicott (H. B.), directeur du *Geological Survey* de l'Inde, à Calcutta.

36 Moeller (Valérien de), professeur de paléontologie à l'Ecole des mines, à St-Pétersbourg.

37 Mojsisovics von Mojsvar (Edmund), K. K. Oberbergrath, Chef-Geologe, 51, Reisnerstrasse, III, à Vienne (Autriche).

38 Nordenskiöld (A.-E.), professeur à l'Université, à Stockholm.

39 Pisani (Félix), professeur de chimie et de minéralogie, 130, boulevard St-Germain, à Paris.

40 Powell ( ), directeur du *Geological Survey* des Etats-Unis, à Washington.

41 Renevier (Eugène), professeur de géologie à l'Académie, à Lausanne (Suisse).

42 Rosenbusch (Heinrich), professeur de minéralogie à l'Université, à Heidelberg (Grand-duché de Bade).

43 MM. Rossi (cavaliere Michele Stefano de), 17, Piazza dell' Ara Cœli, à Rome.

44 Rouville (Paul de), doyen de la faculté des sciences, à Montpellier (France—Hérault).

45 Schlüter (Clemens), professeur à l'Université, à Bonn (Prusse).

46 Selwyn (Alfred), directeur du *Geological Survey* du Canada, à Ottawa.

47 Stoppani (Antonio), abbé, commandeur, professeur à l'Institut technique supérieur, directeur du Musée civique, à Milan (Italie).

48 Stur (Dionys), géologue en chef de l'Institut I. R. géologique, 9, Custozzagasse, à Vienne (Autriche).

49 Taramelli (Torquato), professeur à l'Université, à Pavie (Italie).

50 Torel (Otto), professeur de géologie à l'Université, à Lund (Suède).

51 Tschermak (Gustave), professeur de minéralogie à l'Université, à Vienne (Autriche).

52 Tschernyscheff ( ), membre du Comité géologique, à St-Pétersbourg.

53 Weiss (Ernest), professeur à l'Académie des mines, 2, Luisenplatz. NW , à Berlin.

54 Whitney (Josiah), directeur du *Geological Survey* de la Californie, à San-Francisco (Etats-Unis).

55 Woodward (Dr Henry), Esq., F. R. S., F. G. S., conservateur du département géologique du *British Museum*, 129, Beaufort Street, Chelsea, à Londres, S. W.

56 Worthen (A.-H.), directeur du *Geological Survey* de l'Illinois, à Springfield (Etats-Unis).

57 Zirkel (Ferdinand), professeur de minéralogie à l'Université, conseiller intime, à Leipzig (Saxe).

58 Zittel (Karl von), professeur à l'Université, à Munich.

TABLEAU INDICATIF

DES PRÉSIDENTS DE LA SOCIÉTÉ

DEPUIS SA FONDATION.

1874	M.	L.-G. DE KONINCK.
1874-1875	»	A. BRIART.
1875-1876	»	Ch. de LA VALLÉE POUSSIN.
1876-1877	»	J. van SCHERPENZEEL-THIM.
1877-1878	»	F.-L. CORNET.
1878-1879	»	J. van SCHERPENZEEL THIM.
1879-1880	»	A. BRIART.
1880-1881	»	A. de VAUX.
1881-1882	»	R. MALHERBE.
1882-1883	»	A. FIRKET.
1883-1884	»	P. COGELS.
1884-1885	»	W. SPRING.
1885-1886	»	E. DELVAUX.
1886-1887	»	A. BRIART.
1887-1888	»	C. MALAISE.
1888-1889	»	O. van ERTBORN.

COMPOSITION DU CONSEIL

POUR L'ANNÉE 1888-1889.

Président :	M. le baron O. VAN ERTBORN.
Vice-présidents :	MM. A. BRIART.
	AD. FIRKET.
	M. LOHEST.
	W. SPRING.
Secrétaire général :	M. G. DEWALQUE.
Secrétaire-bibliothécaire :	M. J. FRAIPONT.
Trésorier :	M. J. LIBERT.
Membres :	MM. CH. DE LA VALLÉE POUSSIN.
	É. DELVAUX.
	C. MALAISE.
	R. MALHERBE.
	A. RENARD.

BULLETIN

Assemblée générale du 2 décembre 1888

Présidence de M. C. Malaise, *président.*

La séance est ouverte à onze heures.

Le secrétaire général expose qu'il a cru pouvoir prendre sur lui de remettre à ce jour la séance de rentrée afin de permettre à ses confrères d'assister à l'inauguration du monument élevé, au cimetière de Mons, à la mémoire de notre regretté confrère, F. L. Cornet. (Approbation.) Il rend compte de la cérémonie, qui avait attiré beaucoup de monde. Deux discours ont été prononcés, l'un par M. G. Arnould, directeur-général des mines, président du Comité de souscription, qui a fait la remise du monument à la veuve et aux enfants de Cornet; l'autre par M. Hardy, président de la section de Mons de la Société des anciens élèves de l'Ecole d'industrie et des mines du Hainaut, qui a fait l'histoire de la vie si bien remplie du défunt.

Le secrétaire général donne ensuite lecture du rapport suivant.

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous présenter, en exécution des Statuts, le rapport sur la situation de la Société et sur ses travaux pendant l'année sociale 1887-1888.

L'année dernière, nous comptions à pareille époque 217 membres effectifs. Depuis lors, nous avons eu le regret

d'en perdre deux [1], et dix autres ont donné leur démission ou ont été perdus de vue; d'autre part, nous avons reçu cinq nouveaux confrères, de sorte que notre Société ne compte plus que 210 membres effectifs.

La mort a aussi frappé dans les rangs de nos associés étrangers. Nous avons perdu trois de nos membres correspondants, M. W. Baily, bien connu par ses importants travaux de paléontologie, M. Ch. Morière, doyen de la faculté des sciences de Caen, à qui l'on doit de nombreux progrès dans la géologie et la paléontologie de l'ouest de la France, M. le prof. G. vom Rath, un des premiers minéralogistes et pétrographes de notre temps; puis deux membres honoraires, M. Ph. Kjerulf, l'éminent directeur des recherches géologiques pour la Norwège méridionale, et M. le Dr F. V. Hayden, qui a longtemps dirigé, avec non moins de distinction, le *Geological Survey* des Etats-Unis.

La Société a voulu remplir les places vacantes parmi les membres correspondants, et elle a décerné ce titre à MM. W. F. Blanford, à Londres, J. F. N. Delgado, à Lisbonne, A. Gaudry et A. de Lapparent, à Paris, H. B. Medlicott, à Calcutta, Edm. von Mojsisovics, à Vienne, J. Powell, à Washington, A. Selwyn, à Ottawa, Tschernyscheff, à St-Pétersbourg, et K. von Zittel, à Munich.

Nos séances se sont tenues régulièrement et paisiblement; comme vous allez le voir, elles ont été animées par d'importantes communications. La session extraordinaire a eu lieu à Dinant, sous la direction de M. le professeur Ch. de la Vallée Poussin. Consacrée à l'étude du calcaire carbonifère, dont la composition a donné lieu à de si vives controverses, elle a, selon nous, fourni la preuve que les critiques dont l'œuvre de M. Ed. Dupont a été l'objet dans cette enceinte, sont bien fondées.

[1] MM. Th. Guibal et J.-B. Plumat.

Pour la minéralogie et la pétrographie, nous avons à rappeler d'abord la note de M. G. Cesàro sur *l'Anatase de Nil-St-Vincent*, son mémoire *Sur les figures inverses de dureté* et celui qu'il a intitulé *Note sur la vitesse d'attaque du marbre et du spath d'Islande par quelques acides. Relation entre la vitesse d'attaque du spath par les acides et l'élasticité optique, estimée suivant la direction normale au plan d'attaque.* En décidant l'impression de ce travail, la Société a aussi voté l'impression du rapport du premier commissaire, M. E. Ronkar. M. Forir, qui nous a aussi présenté de beaux cristaux de calcite et de la pholérite remarquablement cristalline au microscope, nous a donné une note *Sur des cristaux d'albite de Revin* et une autre *Sur une forme remarquable de calcite provenant de Visé.* M. E. Hairs nous a envoyé une note *Sur la présence du mercure, du thallium et de l'indium dans des blendes belges* et M. A. Jorissen nous en a donné une autre *Sur la présence du tellure et du bismuth dans la galène de Nil-St-Vincent.* M. le professeur Kupfferschlaeger a appelé notre attention *Sur une météorite diamantifère de Russie*, et M. Alph. Briart, *Sur la présence d'un hydrocarbure liquide dans l'étage houiller du Hainaut :* sa communication a suscité des observations de divers membres. M. X. Stainier nous a donné une note préliminaire sur le *gabbro de Mozet.* Enfin, j'ai présenté des préparations d'oolithes du calcaire devonien et du calcaire carbonifère, ainsi que de pyrite de l'étage houiller, oolithes dont une partie paraît d'origine organique, ainsi que des préparations de quartz noir du calcaire carbonifère de Theux, sur lequel notre savant collègue de Louvain avait appelé l'attention des savants dans une autre enceinte; et j'ai donné *Quelques dosages du fer des eaux de Spa,* qui ont amené des *Observations* de M. Kupfferschlaeger.

Dans le champ de la géologie, nous trouvons une note de M. le professeur C. Malaise *Sur la présence du* Dictyonema sociale *à la Gleize*, une autre sur *Les schistes siluriens de Huy et leur signification géologique* et une troisième *Sur les schistes noirs de Sart-Bernard (Naninne)*; une note de M. l'abbé H. de Dorlodot *Sur les* Macrocheilus *d'Alvaux;* une autre de M. L. Piedbœuf *Sur quelques fossiles devoniens de Düsseldorf* et le mémoire de M. V. Dormal, *Contribution à l'étude du système devonien dans le bassin de Namur.* Viennent ensuite une note de M. P. Destinez *Sur quelques fossiles marins de l'étage houiller des environs de Liége*, une communication de M. L. Piedbœuf sur des *Concrétions dolomitiques de l'étage houiller à* Aviculopecten *dans le bassin houiller de la Westphalie*, dont la présentation fut suivie d'observations intéressantes sur l'origine du sel marin dans cet étage. Pour le groupe secondaire, nous avons à citer la note de M. Malaise, *Revendication de la priorité de la découverte de l'âge crétacé des grès de Seron*, et le mémoire de M. Briart, *Notice descriptive des terrains tertiaires et crétacés dans l'Entre-Sambre-et-Meuse.* Viennent ensuite des observations de M. E. Delvaux et autres, au sujet des grès blancs de la Baraque-Michel, le mémoire du même confrère, qui est malheureusement retenu loin de nous par une cruelle maladie : *Position stratigraphique du système silurien et des assises crétacées, inférieure et moyenne, établie à l'aide d'un forage exécuté par M. le baron O. van Ertborn à Renaix;* le mémoire de M. M. Lohest, *Des dépôts tertiaires de la haute Belgique* et ma note *Sur quelques dépôts tertiaires des environ de Spa.* Puis ma note *Sur le prétendu dolmen de Solwaster*, celle de M. L. Moreels sur *Les dolmens de Wéris et d'Oppagne*, le procès-verbal de la visite de la grotte de Velaine (14 avril), publié par le même, l'*Exploration du Trou de l'Abîme, à Couvin*, par

MM. M. Lohest et J. Braconier, la communication de M. L. Piedbœuf, *Découverte d'un* Ursus spelæus *dans une caverne du calcaire eifelien, à Neanderthal* et celle de M. Caudéran sur les *Lacs souterrains superposés dans la vallée de la Meuse, près de Maestricht.* Pour terminer, nous avons une *Note* de M. Briart *sur la séparation de l'eau au sein des masses sédimentaires,* et les *observations* que M. Ch. de la Vallée a présentées à cette occasion, le travail de M. le professeur W. Spring : *Sur les phénomènes qui accompagnent la compression de la poussière humide de corps solides, en rapport avec la plasticité des roches* et la *Notice bibliographique* que M. Delvaux a consacrée au *mémoire de M. Lorié, sur le quaternaire de la Néerlande.*

Pour ce qui concerne la paléontologie, nous devons à M. le capitaine Delvaux une *Note sur quelques crustacés nouveaux, recueillis par nous,* in situ, *dans l'argile yprésienne.* M. H. Forir nous a montré deux fossiles remarquables du calcaire carbonifère de Visé et M. le professeur J. Fraipont a décrit *Une lingule nouvelle du calcaire carbonifère de Visé* (Lingula Konincki) et *Une nouvelle discine du calcaire carbonifère inférieur,* Discina (Orbiculoïdea) multistriata. M. M. Lohest nous a donné d'abord son mémoire intitulé *Etudes sur les poissons des psammites du Condroz,* à l'occasion duquel a été votée l'impression du rapport de M. J. Fraipont sur ce travail, puis sa *Découverte du plus ancien amphibien connu et de quelques fossiles remarquables dans le famennien supérieur de Modave. Notice préliminaire.* M. L. Moreels nous a lu une *Note sur* Conularia Destinezi, *ptéropode nouveau du houiller inférieur d'Argenteau.* Enfin, pour ne pas rester incomplet, il y a à rappeler que nous avons présenté un *Spirophytum eifliense* de l'ahrien de Jupille, ainsi que des paléchinides du pays, un *Lithothamnium* du calcaire de

Mons, à Hainin, et que nous avons dit *Encore quelques mots sur Dreissensia.*

Le congrès géologique international a tenu sa quatrième session à Londres. La Société avait envoyé son adhésion et nommé des délégués, dont deux seulement ont pu prendre part aux travaux de la session. Ils vous rendront compte de ce qui s'est passé. Je me borne à dire que, si le congrès a parfaitement réussi par le nombre des adhérents présents, l'esprit dominant a été de le transformer en assemblée qui discute, mais ne se prononce sur rien. Si l'on persiste dans cette voie au prochain congrès, à Philadelphie, c'est la ruine d'une institution qui avait si utilement fonctionné à Bologne.

Quant à la Carte géologique, notre grande préoccupation, je crois être en mesure de vous annoncer que le service va être réorganisé à très bref délai. Sans pouvoir dire tout ce que je crois savoir, je crois vous apprendre que notre principe fondamental sera adopté, c'est-à-dire que l'œuvre sera dirigée par un conseil de sept membres, qui fera appel à tous les géologues capables. Tout n'a pas été obtenu, mais nous croyons que les membres de la Société qui ont néanmoins accepté la lourde mission de faire partie de ce Conseil, auront assuré par là le développement de la science libre et la participation de tous ceux de nos confrères qui voudront collaborer à cette grande œuvre. C'est là l'essentiel.

Nos relations avec les sociétés savantes de l'étranger ne cessent de s'accroître. Nous sommes en relations d'échange avec douze nouvelles sociétés ou revues, dont voici la liste.

Berlin. Gesellschaft für Erdkunde.
Dresde. Königl. mineralogisches, geologisches und praehistorisches Museum.

Harlem. Musée Teyler.
Kiew. Société des naturalistes.
Lausanne. Société géologique suisse.
Leipzig. Verein für Erdkunde.
Melbourne. Royal Society of Victoria.
Minneapolis. The American Geologist.
Paris. Feuille des jeunes naturalistes.
Sacramento. California state mining bureau.
St-Pétersbourg. Société des naturalistes.
Vienne. Verein der Geographen an der Universität.

Ce qui porte à 201 le nombre des institutions avec lesquelles nous échangeons nos publications. On voit que la charge du bibliothécaire n'est pas une sinécure, bien qu'il soit autorisé à se faire aider par un employé.

Quant à nos *Annales*, vous venez de recevoir la fin du t. XIII. Pour le t. XV, il ne manque que l'approbation du procès-verbal de la séance de juillet; vous en recevrez donc la seconde livraison dans une quinzaine de jours. J'espère que la dernière livraison du t. XIV sera distribuée vers le milieu du mois prochain.

Sur la proposition du président, l'assemblée vote des remerciements au secrétaire général et l'impression de son rapport.

M. J. Libert, trésorier, donne ensuite lecture du rapport suivant.

MESSIEURS,

J'ai l'honneur de vous rendre compte de la situation financière de la Société pendant l'année 1887-88.

Les recettes ont été de fr. 4,024-51 et les dépenses de fr. 7,337-41, d'où résulte un déficit de fr. 3,312-90.

Le déficit prévu au budget était de 3,600 francs, mais il reste encore des notes importantes à solder, dont il devra être tenu compte pour le budget de la nouvelle année sociale.

Les recettes se répartissent comme suit ; je mets en regard celles qui avaient été prévues.

		RECETTES EFFECTUÉES.		RECETTES PRÉVUES.
Cotisations	fr.	3,150 00	fr.	3,300
Droits d'entrée	„	105 00	„	150
Vente de publications	„	442 51	„	650
Intérêts des capitaux	„	327 00	„	300
Total.	fr.	4,024 51	fr.	4,400

Les dépenses effectuées sont mises, dans le tableau suivant, en regard de celles qui avaient été prévues au budget.

		DÉPENSES EFFECTUÉES.		DÉPENSES PRÉVUES.
Impressions	fr.	5,829 86	fr.	6,500
Gravures	„	760 83	„	500
Frais divers, salaires, correspondances, ports pour envois de publications, etc.	„	746 72	„	1,000
Total.	fr.	7,337 41	fr.	8,000

L'encaisse de la Société est actuellement de fr. 6,708-84 se répartissant comme suit, à la date de la clôture des comptes de l'année écoulée, le 15 novembre 1888.

Numéraire chez le trésorier	fr.	215 56
Compte courant chez MM. Nagelmackers et fils, banquiers, soldant à notre crédit par	„	493 28
6 titres de la Dette belge, à 3 $^1/_2$ °/o, valeur nominale	„	6,000
Total.	fr.	6,708 84

Voici le mouvement de l'encaisse pendant les dernières années écoulées :

Novembre	1885	— fr.	7,280 19
„	1886	— „	6,551 32
„	1887	— „	10,021 74
„	1888	— „	6,708 84

La situation financière est relativement satisfaisante, surtout eu égard à l'importance des publications de la Société.

A la suite de cette lecture, l'assemblée donne décharge au trésorier de sa gestion pour l'année 1887-88, sur le rapport favorable des commissaires chargés de la vérification des pièces de la comptabilité, lesquelles sont déposées sur le bureau. Des remercîments lui sont votés.

Le trésorier fait ensuite connaître le projet de budget pour l'exercice 1888-89, tel qu'il a été arrêté ce matin dans la séance du Conseil :

RECETTES.

Produit des cotisations	fr.	3,150
Droit d'entrée.	„	150
Intérêts des capitaux	„	250
Vente de publications	„	450
Total.	fr.	4,000

DÉPENSES.

Impressions	fr.	3,000
Gravures	„	1,000
Frais divers	„	700
Total.	fr.	4,700
Déficit prévu.	„	700

Ce qui aurait pour effet de ramener notre encaisse à la

somme de 6.000 francs, représentée par les six titres de la Dette belge en dépôt à la banque Nagelmackers.

Ce projet de budget est adopté à l'unanimité.

Elections. — On procède ensuite à l'élection du président pour l'année 1888-1889. Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants [1] :

Il y a 51 votants. M. le baron O. van Ertborn obtient 30 voix ; M. Ch. de la Vallée Poussin, 9 voix ; M. É. Delvaux, 8 voix et M. R. Malherbe, 4 voix. En conséquence, M. le baron O. van Ertborn est proclamé président.

Sont ensuite nommés vice-présidents : MM. Ad. Firket, M. Lohest, W. Spring et A. Briart.

M. G. Dewalque, secrétaire général, est réélu à l'unanimité, sauf un bulletin blanc.

M. J. Fraipont, secrétaire-bibliothécaire, est réélu de la même manière.

Un dernier scrutin, ouvert pour cinq places de membres du Conseil, fait proclamer MM. Ch. de la Vallée Poussin, É. Delvaux, C. Malaise, R. Malherbe et A. Renard. Des suffrages assez nombreux ont été donnés à MM. G. Cesàro, P. Cogels, A. Jorissen, Faly, Forir, etc.

M. C. Malaise, président sortant, remercie la Société de l'honneur qu'elle lui a fait en l'appelant à la présidence. Il invite M. O. van Ertborn à prendre place au fauteuil.

En prenant place au bureau, M. le président remercie la Société de l'honneur qu'elle vient de lui faire et lui promet de consacrer tous ses efforts à la prospérité de l'institution.

La séance générale est levée.

[1] Avant le vote, le secrétaire général a fait connaître à l'assemblée que M. le capitaine É. Delvaux se voyait obligé, vu l'état de sa santé, de décliner la candidature.

Séance ordinaire du 2 décembre 1888.

M. le baron O. van Ertborn, président, occupe le fauteuil.

Le procès-verbal de la séance de juillet est approuvé, avec une modification introduite de commun accord entre les intéressés.

Le président annonce ensuite trois présentations.

L'assemblée décide que la prochaine séance aura lieu le dimanche 23 décembre.

Correspondance. — Le secrétaire général donne lecture d'une lettre de Mme Morière, annonçant le décès de M. P.-G. Morière, membre correspondant de la Société. Une lettre de condoléances sera adressée à cette dame.

L'assemblée accepte le dépôt d'un pli cacheté de M. G. Cesàro, remis au secrétaire général le 24 juillet dernier.

Ouvrages offerts. — Les publications suivantes, reçues en don ou en échange, sont déposées sur le bureau. — Des remerciements sont votés aux donateurs.

Amsterdam. Académie royale des sciences. *Verslagen en Mededeelingen*, 3e Reeks, Deel. III, IV, 1887. *Verslag naar te mate marin water door zandmassas stroomt*, 1887.

Angers. Société nationale d'agriculture, sciences et arts. *Mémoires*, série 4, t. I, 1887.

Anvers. Société royale de géographie. *Bulletin*, t. XII, fasc. 5, an. 11e, 1887-1888, t. XIII, fasc. 1-2, an. 12e, 1888-89.

Barnsley. Midland Institut of mining, mechanical and civil Engineers. *Transactions*, vol. XI, parts XCVI-XCVIII, 1888.

Berlin. Königl. preussiche Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, XXII à XXXVII.

— Deutsche geologische Gesellschaft. *Zeitschrift*, B^d XL, Heft I, 1888.

Bonn. Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande und Westfalens. *Verhandlungen*, 1888, Ht. 1.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. *Jahres-Berichte*, t. LXV, 1887.

Bruxelles. Académie royale de Belgique. *Bulletin*, t. XV, n°s 5-6, 1888, t. XVI, n°s 7-10, 1888. *Mémoires couronnés* et *mémoires des savants étrangers*, t. XLIX, 1888.

— *Annales des travaux publics de Belgique.* T. XLVI, 1er cahier, 1888.

— *Bibliographie de Belgique.* Ann. XIV, n°s 6-9, 5*-9*, 1888.

— Musée royal d'histoire naturelle de Bruxelles. *Annales*, t. XIV, texte et atlas.

— Société royale belge de géographie. *Bulletin*, an. XII, n°s 3-5, 1888.

— Société royale malacologique. *Annales*, t. XXII, 1887. *Procès-verbaux* de juillet à décembre 1887, de janvier à juin 1888, t. XVII.

— Société royale de médecine publique. *Tablettes mensuelles*, juin, juillet, août, septembre, octobre 1888. 8e réunion du corps médical Belge, *Rapport*, août 1888.

— Société belge de microscopie. *Bulletin*, an. XIV, n°s 8 et 9, 1888.

Buenos Aires. Academia nacional de ciencias. *Boletin*, t. X, entrega 2^a, 1887, t. XI, entrega 1^a, 1887.

Caen. Société linnéenne de Normandie. *Mémoires*, sér. 4, vol. I, 1886-87.

Cambridge (**E. U.**). Museum of comparative zoölogy. *Bulletin*, vol. XIII, n° 10, vol. XIV, vol. XV, vol. XVII, n° 1.

Calcutta. Asiatic Society of Bengal. *Proceedings*, n°s II, III, 1888. *Journal*, vol. LVI, part II, n° 4, 1887, vol. LVII, part II, n° 1, 1888.

— Geological survey of India. *Records*, vol. XXI, parts 2 and 3, 1888. *Memoirs*, vol. XXIV, part I. *Memoirs*. Palaeontologica Indica, ser. X, vol. IV, 1887. — A Manual of the Geology of India, part IV, Mineralogy, by Mallet, 1887.

Catane. Academia gioenia di scienze naturali. *Atti*, t. XX, ser. 3, 1888.

Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles et mathématiques. *Mémoires*, t. XXV (sér. 3, t. V), 1888.

Cordoba. Academia de ciencias exactas. *Boletin*, t. X, entrega 2^{a}, 1888.

Darmstadt. Mittelrhein. geologischer Verein. *Abhandlungen. Notizblatt*, IV. Folge, Heft 8, 1887.

Dax. Société de Borda. *Bulletin*, an. XIII, trim. 3, 1888.

Delft. Ecole polytechnique. *Annales*, t. IV, livraisons 1 et 2, 1887.

Denver. Colorado scientific society. *Proceedings*, vol. II, part III, 1887.

Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft **Isis**. *Sitzungberichte*, 1888.

Francfort-s-M. Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. *Abhandlungen*, B^{d} XV, Heft 3, 1888. *Bericht*, 1888.

Fribourg. Naturforschende Gesellschaft. *Berichte ueber die Verhandlungen*. B^{d} 11, 1887.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. *Bericht*, B^{d} II, 1888.

Grainville. Scientific Laboratory of Denison University. *Bulletin*, vol. III, 1888.

Greifswald. Geographische Gesellschaft. *Jahresberichte*, III, 1888.

Harlem. Société hollandaise des sciences, t. XXII, livr. 4 et 5, 1888; t. XXIII, livr. 1, 1888.

Helsingfors. Finlands geologiska undersökning. *Kartbladet*, n°s 10 et 11, 1887.

— Société des sciences de Finlande. *Acta societatis scientiarum fennicae*, t. XV, 1888. — *Förhandlingar*, t. XXVIII, 1885-1886; t. XXIX, 1886-87. *Dess Organisation och Versambet*, 1838-1888. — *Bidrag til Kännedon af Finlands Natur och Folk*, H. 45, 46 et 47.

Kiew. Société des naturalistes de Kiew. *Mémoires*, t. IX, fasc. 1, 2, 1888. (En russe.)

Kœnigsberg. Physikalisch-ökonomische Gesellschaft. *Schriften*, Jahrg. XXVIII, 1887.

Le Havre. Société géologique de Normandie, t. XI, 1885.

Leipzig. Verein für Erdkunde. *Mittheilungen*, Heft I, 1887.

Lille. Société géologique du Nord. *Annales*, t. XV, livr. 3 et 4, 1887-88.

Lisbonne. Commissâo dos trabalhos geologicos de Portugal. *Communicaçoès*, t. I, fasc. II, 1885-87. — *Description de la faune Jurassique du Portugal; Mollusques lamellibranches*, 2me *ordre*, *Asiphonidae*, par P. Choffat, 2me livr., 1888. — *Estudo sobre os Bilobites da base do systema Silurico de Portugale*, par J. F. N. Delgado.

— Sociedade de geographia. *Boletîn*, ser. 7a, n°s 9, 10, 1887.

Liverpool. Geological Society. *Proceedings*, vol. V, part IV, 1888.

Londres. Royal Society. *Proceedings*, vol. XLIV, n°s 268-271, 1888.

— Geological Society. *Quarterly journal*, vol. XLIV. *List* of the geological Society, 1888.

— Mineralogical Society. *Magazine and Journal*, vol. VIII, n° 37, 1888.

Lyon. Société des sciences industrielles. *Annales*, n°s 1-3, 1888.

Madrid. Comision del mapa geologico de Espana. *Memorias*, t. L, parts 1 et 2, 1886-87.

Magdebourg. Naturwissenschaften Verein. *Jahresbericht*, 1887.

Metz. Verein für Erdkunde. *Jahresbericht*, 1887-88.

Minneapolis. *American geologist*. Vol. II, n°s 2-4, 1888.

Mexico. Sociedad cientifica Antonio Alzate. *Memorias*, t. I, fasc. 9, 12, 1888; t. II, fasc. 1, 2, 3, 1888.

Modène. Regia accademia di scienze, lettere ed arti. *Memorie*, vol. V, ser. II, 1887.

— Società dei Naturalisti. *Rendiconti*, vol. III, ser. III, 1887. *Memorie*, vol. IV, ser. III, 1887; vol. VII, ser. III, fasc. 1, 1888.

Montréal. Société royale du Canada. *Maps. Annual Report*, new series, vol. II, 1886.

Mons. Association des anciens élèves de l'école des mines du Hainaut. *Bulletin*, sér. 2, t. XIX, 1887-88; t. XX, 1888.

Moscou. Société impériale des naturalistes de Moscou. *Bulletin*, t. XX, livr. 4, 1886; t. XXI, livr. 1, 1888.

Munich. Kön. Bayerische Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsbericht*, Heft II, 1888.

Nancy. Société des sciences. *Bulletin*, t. IX, sér. II, fasc. XXI, an. 20, 1887.

Newcastle. North of England Institute of mining and mechanical engineers. *Transactions*, vol. XXXVIII, part V, 1888.

New Haven. Connecticut Academy of art and science. *Transactions*, vol. VII, part 2, 1888.

— *American Journal of science*. Vol. XXXVI, nos 212-215, 1888.

New York. Academy of sciences, late Lyceum of natural history. *Annals*, vol. IX, nos 3 and 4, 1888.

— American Journal of natural history, 1887-88.

— *Science*, vol. XII, nos 284 à 300, 1888.

— State Museum of natural history. *Bulletin*, vol. II, 36th, 37th, 1884; 38th, 1885; 39th, 1, 1886; no II, 1887, vol. II, no 3, 1888. *Annual report*.

Padoue. Società veneto-trentina di scienze naturali. *Bulletino*, t. IV, no 2, 1888.

Paris. Académie des sciences. *Comptes rendus*, t. CVII, nos 2 à 20, 1888.

— *Annales des mines*, t. XII, livr. 3, 1887, t. XIII, livr. 2, 3, 1888.

— Société géologique de France. *Bulletin*, série 3, t. XVI, nos 1, 2, 3, 5, 7, 1888.

— Société française de minéralogie. *Bulletin*, t. XI, no 6, 1888. — 1re *table décennale* des matières, vol. I-X.

— *Feuille des jeunes naturalistes*, an. XVIII, nos 214-217, 1888.

Ratisbonne. Naturwissenschaftlicher Verein. — *Berichte*. Heft I, 1886-87.

Rio de Janeiro. Museu nacional. *Archives*, vol. VII, 1888.

Rome. Reale accademia dei Lincei. *Rendiconti*, ser. 4, vol. IV, fasc. 9-13, 1888; semest. 2o, vol. IV, fasc. 1-5, 1888.

— Società geologica Italiana. *Bollettino*, vol. VII, fasc. 2, 1888.

— Biblioteca nazionale centrale Vittorio Emmanuele. *Bollettino delle opere moderne straniere*, vol. II, 1887 ; vol. III, nos 1-3, 1888.

Rouen. Société des amis des sciences naturelles. *Bulletin*, sér. 3, an. XXIII, semestre 2, 1887.

Salem. American association for the advancement of science. *Proceedings*, vol. XXXVI, 1887.

St-Pétersbourg. Académie impériale des sciences. *Mémoires*, t. XXXVI, sér. VII, n° 5, 1888.

San Francisco. California academy of sciences. *Bulletin*, n° 1, 1884; nos 2, 3, 1885; vol. II, n° 8, 1887.

Strasbourg. Geologische Landes-Untersuchung von Elsass-Lothringen. *Mittheilungen*. Bd. 1, Heft III, 1888.

Sydney. Linnean Society. *Proceedings*, vol. II, ser. 2, parts 2-4, 1887. List-names of contributors, vol. I-X, 1887.

Tapeka. Kansas Academy of science. *Transactions*, vol. X, 1887.

Toulouse. Académie des sciences. *Mémoires*, t. IX, sér. 8, 1887.

— Société académique franco-hispano-portugaise. *Annuaire*, an. 1887-88. *Bulletin*, n° 1, 1888.

— Société d'histoire naturelle. *Procès-verbaux*, an. 21, 1887. *Bulletin*, an. 22, n° 1, 1888.

Toronto. Canadian Institute. *Proceedings*, vol. V, ser. 3, fasc. 2, 1888. *Annual report*, session 1886-87.

Turin. Reale accademia delle scienze. *Atti*, vol. XXIII, disp. 13a-15a, 1887-88.

Udine. Reale Istituto tecnico Antonio Zanon. *Annali*, ser. II, an. VI, 1888.

Valdivia. Deutscher Wissenschaftlicher Verein zu Santiago *Verhandlungen.* Heft 5, 1887.

Venise. *Notarisia.* An. III, n° 12, 1888.

— Reale istituto veneto. *Atti,* t. VI, ser. VI, disp. 5-7, 1887-88.

Vienne. Kais. Kön. geologische Reichsanstalt. *Jahrbuch,* B^d XXXVII, H. 3, 1887. B^d XXXVIII, Heft I-IV, 1888. *Verhandlungen,* n°s 9-13, 1888.

— Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kentnisse. *Schriften,* B^d XXXIII, 1887-88.

Washington. Smithsonian Institution. *Annual report* u. s. National Museum, part II, 1886.

ABONNEMENTS.

Bruxelles. Société belge de géologie. *Bulletin,* t. II, fasc. V, VI, 1888.

DONS D'AUTEURS.

E. Delvaux. Essai d'une carte anthropologique préhistorique de la Belgique à l'échelle de 1/20000, Bruxelles, 1888.

Enrico Clerici. Sulla Natura geologica dei terreni incontrati nelle fondazioni del palazzo della Banca Nazionale in Roma, 1886.

— I Fossili quaternari del suolo di Roma, 1886.

— Sopra alcune formazioni quaternarie dei dintorni di Roma, 1886.

— La Vitis vinifera fossili nei dintorni di Roma. 1887.

— Il Travertino di Fiano romano, 1887.

— Sopra alcuni fossili, 1887.

— Sopra i resti di castora, 1887.

— Sopra una sezione geologica presso Roma 1888.

— Sulla Corbicula fluminalis, 1888.

— Sopra alcune specie di felini, 1888.

E. Clerici e *S. Squinabol.* Escursioni ed adunanze della sezione paletnologica, 1888.

Jules Marcou. Palaeontologic and stratigraphic « principles » of the adversaries of the Taconic. (From the American Geologist, July, 1888.)

H. Laspeyres. Gerhard vom Rath: eine Lebensskizze. Bonn, 1888.

G. Dewalque. British sub-committees on classification and nomenclature. Reports, 2d edit. Cambridge, 1888.

E. Ronkar. Sur l'influence des frottements et des actions mutuelles intérieures dans les mouvements périodiques d'un système. Bruxelles, 1888.

Casimir Ubaghs. Mes théories. Réponse à la notice de M. M. De Puydt, intitulée : Les théories de M. Casimir Ubaghs. Liége, 1888.

J. Gosselet. Sur la présence du coticule dans le poudingue de Salm-le-Château et de la Biotite dans les schistes qui accompagnent l'arkose gedinnienne. Lille, 1888.

L. Carez. Sur le terrain crétacé de la vallée du Rhône et spécialement des environs de Martigues. Paris, 1888.

Mojsisovics von Mojsvar. Uber einige Japanische Trias-Fossilien, in-4°. Vienne, 1888.

— Arktische Triasfaunen. Berlin, 1888.

R. Etheridge. British Fossils. Part I, Palaeozoic, Oxford, 1888.

Le secrétaire général dépose sur le bureau les Statuts de la Société des naturalistes dinantais, le n° du 23 septembre 1888 de la *Revue industrielle de Charleroi*, rendant compte

des funérailles de notre confrère, feu Th. Guibal et la *Notice-catalogue sur les antiquités préhistoriques du Musée de Liége* (Liége, 1888, avec 7 pl.), de notre confrère, M. M. De Puydt, empêché d'assister à la séance.

Rapports. — MM. G. Dewalque, Ad. Firket et H. Forir donnent lecture de leurs rapports sur un mémoire de M. X Stainier, intitulé : *Etude géologique des gisements de phosphate de chaux du Cambrésis.* Conformément à leurs conclusions, l'assemblée décide que ce travail sera inséré dans les *Mémoires.*

Même décision est prise relativement à un mémoire de M. A. Briart, *Etude sur les dépôts gypseux et gypso-salifères*, à la suite des rapports de MM. Ch. de la Vallée Poussin, G. Dewalque et H. Witmeur. Sur la proposition de M. I. Kupfferschlaeger, l'assemblée vote l'impression du rapport de M. Ch. de la Vallée Poussin.

Rapport sur le mémoire de M. Briart, intitulé :

*Etude sur les dépôts gypseux et gypso-saliférien*s,

par M. Ch. De La Vallée Poussin.

Le grand travail présenté par M. Briart a pour objet l'étude des dépôts gypseux et saliférien. L'auteur y consigne les résultats des observations nombreuses qu'il a faites sur les terrains de cette nature en divers pays et particulièrement en Espagne. Il discute, à cette occasion, le mode d'origine le plus probable des grands dépôts de gypse et de sel insérés dans les étages de plusieurs époques géologiques.

Le mémoire se partage en trois sections.

Dans la première, M. Briart expose avec beaucoup de

clarté les raisons générales qui le portent à considérer les grands dépôts où dominent le gypse et le sel gemme, comme résultant de précipitations opérées dans le sein des eaux marines, concentrées par évaporation. Sans nier que le gypse ou le sel puisse se produire accidentellement et en petite quantité par des sublimations volcaniques ou par des sources minérales, il admet que tous les gisements importants de ces substances dérivent de l'océan, qui en est le seul réceptacle suffisant et la cause première. Je suppose d'ailleurs que mon confrère, en assignant à la mer le rôle de grand magasin du chlorure de sodium et du gypse, accepte néanmoins que ces substances, avec toutes les autres que l'océan tient en solution, peuvent lui avoir été fournies successivement par les éléments propres de la croûte terrestre et par le lavage des continents. Tous les fleuves dont on a fait l'analyse, apportent à la mer du sel marin et du sulfate de calcium, aussi bien que du carbonate de calcium et du sulfate de magnésium.

M. Briart, à l'instar d'autres savants, appuie principalement sur le gisement célèbre de Stassfurt. Là, si l'on prend les choses en grand, le gypse, le chlorure de sodium et les sels plus solubles que ce dernier, comme les chlorures de potassium et de magnésium et le sulfate de magnésium, se superposent de bas en haut dans le sous-sol, d'après leur ordre de solubilité, de la même manière que dans les précipités directement obtenus par évaporation de l'eau de mer, ainsi que l'ont établi les expériences célèbres d'Usiglio. L'opinion adoptée par M. Briart est la plus généralement acceptée aujourd'hui dans la science, et les circonstances qui s'offrent à Stassfurt ont puissamment contribué à l'établir. M. Briart, après avoir rappelé, d'après les recherches ingénieuses de von Baer, le mode de précipitation qui s'opère actuellement au littoral de la Caspienne dans la grande saline naturelle qui constitue le golfe de *Kara*

bughaz [1], reconnaît, à la suite d'autres savants, qu'il reste cependant des faits difficiles à expliquer, et particulièrement l'énorme épaisseur de certains gisements salins, comme celui de Sperenberg. Les discussions sur les divers modes de formation possibles consignées dans cette partie du mémoire sont intéressantes et instructives. Je me permets seulement d'observer à mon savant ami que ses assertions sont parfois trop absolues, et qu'on ne peut toujours écarter, surtout à propos du gypse, une origine par sublimation alors même qu'il s'agit de dépôts assez considérables. C'est le cas, entre autres, en Islande, où Bunsen nous apprend que les vapeurs sulfureuses ont transformé sur une grande échelle les tufs palagonitiques en lits d'argiles bigarrées, enveloppant des amas ou des couches considérables de gypse et rappelant singulièrement le Keuper.

La deuxième partie du mémoire traite des dépôts gypso-saliférien de la vallée de l'Ebre en Espagne avec une certaine étendue. Ces dépôts appartiennent au terrain miocène. L'auteur, qui en a visité lui-même et étudié un assez grand nombre et qui s'est mis au courant de tous les travaux dont ils ont été l'objet par d'autres géologues, y ajoute des renseignements nouveaux qu'il doit, soit à ses observations personnelles, soit aux données communiquées par M. De Cortazar, ingénieur des mines, attaché à la Carte géologique d'Espagne. La région en question, en outre des amas gypso-saliférien qui y sont exploités, renferme beaucoup de sources salines, froides ou thermales, sodiques ou magnésiennes, qui ont un grand intérêt géologique et qui, comme l'observe M. Briart, pourraient bien déceler dans la profondeur des amas de substances précieuses pour l'industrie. Il a analysé lui-même quelques-unes de ces sources;

[1] On connaît en Perse des lacs salés qui ne déposent plus le sel, mais la Carnallite $KMg\ Cl_3 + 6\ H_2O$.

il ajoute les analyses dues à d'autres savants; il en étudie les produits de précipitation parmi lesquels nous avons remarqué la Mirabilite en cristaux, circonstance qui, à notre connaissance, se présente très rarement dans le règne minéral.

En partant de l'ordre suivi par les divers précipités salés opérés aux dépens de l'eau de mer et du degré de concentration que chacun d'eux suppose, M. Briart est conduit logiquement à chercher le point de départ de certaines sources, contenant des chlorures et des sulfates de magnésium, dans des amas beaucoup plus complets que ceux qui sont enchassés dans le terrain miocène de l'Aragon. Il soupçonne avec raison dans la profondeur l'existence de dépôts plus ou moins analogues à ceux de Stassfurt et de Wieliezka, chez lesquels la précipitation a dépassé le terme du chlorure de sodium. Ces dépôts cachés peuvent dépendre du Trias, dont les couches, connues aussi comme salifères, affleurent au pourtour du bassin tertiaire de l'Ebre. Cette conclusion, qui repose sur des données très positives, est, à notre avis, une des plus remarquables du mémoire de M. Briart.

Une autre conclusion importante des recherches de notre savant confrère concerne la nature même des terrains miocènes de la région aragonaise. On en a généralement rangé tous les étages supérieurs, y compris les amas gypso-salifères intercalés, parmi les formations lacustres. La raison en est que l'étage le plus élevé dans la série est formé d'un calcaire rempli de planorbes, de paludines et autres coquilles d'eau douce. Il paraît qu'on n'a pas trouvé de coquilles *in situ* dans les gypses et les marnes attenantes; seulement on y a découvert des ossements de *Mastodon*, *Hipparion*, etc., qui appartiennent à la période miocène.

Malgré les doutes exprimés par quelques savants, on a

étendu l'origine lacustre incontestable des calcaires du dessus à toute la série qu'ils surmontent. M A. Briart conteste cette interprétation arbitraire et fait voir qu'il n'existe pas de raison paléontologique pour assigner une origine lacustre à la formation marno-gypseuse. Il lui assigne le même mode qu'à beaucoup d'autres amas salins, c'est-à-dire qu'à ses yeux, ils constituent un dépôt effectué dans une grande lagune marine, où se divisaient des cours d'eau amenant accidentellement des cadavres de mammifères.

Le mémoire de notre savant confrère se termine par une étude du plus célèbre de tous les terrains gypseux dans l'histoire de la science : les marnes gypseuses des environs de Paris. Il s'empare des données relevées dès le commencement du siècle et complétées dans ces derniers temps relatives à des lits marneux avec coquilles marines insérées à diverses hauteurs dans les gypses de Montmartre, pour établir avec une grande probabilité que ce gypse est aussi un dépôt marin effectué dans une ou plusieurs lagunes, et qu'il n'y a pas été apporté par des fleuves chargés de sulfate de chaux emprunté à des sources salines ou à des régions volcaniques, mais s'y est déposé par la concentration des eaux de mer, comme dans l'Aragon, à Stassfurt et ailleurs. L'interprétation de M. Briart est en opposition avec la manière de voir de la plupart des savants français qui ont traité la question des origines du gypse dans le bassin de Paris, et notamment de M. Hébert. Nonobstant l'opposition d'une autorité aussi considérable, je penche pour mon compte vers l'opinion formulée par M. Briart. Celle-ci a l'avantage de se rattacher à une doctrine générale sur les grands amas salins qui repose incontestablement sur des bases solides ; le rapprochement avec le bassin saliférien de l'Ebre est très significatif ; enfin, dans sa discussion détaillée, notre savant confrère éclaircit heureuse-

ment, à mon avis, certaines difficultés spéciales au bassin de Paris. Sa conclusion générale, qui attribue une origine marine immédiate ou médiate aux grands dépôts de gypse, qu'ils soient ou ne soient pas accompagnés de sel marin, me paraît avoir beaucoup de probabilités en sa faveur. C'est pourquoi je tiens que le mémoire de M. Briart a beaucoup de valeur et j'en propose avec empressement l'impression dans nos *Annales*, où il figurera avec honneur, malgré quelques longueurs et quelques points douteux.

Louvain, 11 octobre 1888.

Communication. — M. **Piedbœuf** adresse la rectification suivante, relative à sa communication « Sur quelques fossiles devoniens des environs de Dusseldorf. » (Séance de mai 1888.)

« J'ai dit que des fossiles recueillis par M. Béclard à Grupont, à la partie inférieure de la grauwacke de Hierges, avaient été communiqués à M. Kayser et que le savant professeur de Marburg y avait reconnu une faune identique à celle existant dans une assise fossilifère de cette dernière localité.

C'est là une erreur.

Les fossiles belges dont il s'agit n'ont été examinés que par M. le Dr Halfar, de Berlin, qui avait recueilli la même faune dans le *N. O. du Harz supérieur*, et ils ont démontré le synchronisme parfait des deux horizons si distants qui les ont fournis [1]. »

A la demande de l'auteur, on décide ensuite l'insertion au procès-verbal de la lettre suivante de M. **Piedbœuf**, remise chez le secrétaire général le jour même de la séance de juillet, mais après son départ pour la séance.

[1] Voir : Mém. Soc. Belge de Géol., t. I, P. V., p. 189 : Béclard, *Sur deux fossiles infra-couviniens.*

Cher Confrère,

Je viens de lire avec intérêt la communication de M. Briart, à la séance de mai, sur les rognons pétrolifères des schistes houillers du Hainaut.

Dans la séance de mars, j'ai cité, à propos des sources minérales de la Westphalie, des couches aquifères, avec pétrole, MgCl et NaCl, riches en quartz et pyrite, recoupées par mes sondages du Hanovre, au milieu des argiles noires du Gault. On y a, presque chaque fois, rencontré dans les mêmes niveaux de petits amas de rognons de sphérosidérite dont plusieurs avaient exactement les caractères signalés par M. Briart. Les rognons ramenés à la surface d'un trou de sonde de $0^m,120$ de diamètre, vont de la grosseur d'une noisette à celle du poing, tandis que les plus gros ne pouvaient être extraits qu'en fragment, ce pourquoi j'ignore jusqu'à quel diamètre ont pu atteindre les plus forts échantillons. Ces rognons sont très durs, à cassure nette, intérieurement d'un jaune blond passant au gris verdâtre, recoupés de veines blanches ou jaunâtres, translucides et franchement cristallines, avec un système de fentes intérieures préexistantes, paraissant le résultat d'un retrait. Celles-ci sont remplies de pétrole limpide, jaune clair, vu en nappe mince sous la loupe, entre deux plaques de verre, sans aucune trace de matières étrangères solides. Il a l'odeur pénétrante caractéristique du pétrole brut. Les traces d'huile trouvées dans les mêmes sondages, en dehors des rognons, étaient plus foncées et moins fluides, ce qui fait présumer que le liquide des rognons n'est pas venu ultérieurement du dehors. Du reste, l'un de ces rognons, tout à fait compacte, sans l'ombre de fissures, m'a donné, en le cassant, une cavité centrale de quelques millimètres de diamètre, remplie en partie d'huile tout à fait fluide.

Ces rognons ne présentent pas de fossiles, ce pourquoi on pourrait se demander s'ils ont vraiment pris naissance à l'époque du crétacé inférieur, ou si l'argile noire qui les renferme, ne serait pas plutôt le produit de l'altération de roches plus anciennes, entraîné des côtes vers la mer crétacée. En effet, tout le versant nord du Harz, dominant vers Brunswick les plaines basses crétacées du Hanovre, à quelques lieues des sondages cités, présente toutes les assises du lias, représentées surtout par des schistes argileux noirs, bitumineux, parfois riches en pétrole, et caractérisés par plusieurs assises de rognons semblables, bien connues et décrites par H. Credner. Leur importance est parfois suffisante pour avoir permis leur exploitation comme minerai de fer. Ces analogies entre les argiles crétacées, les schistes noirs du lias et les schistes houillers méritent d'être méditées, pour éclaircir le mode de dépôt de ces sédiments d'âge si divers.

M. **J. Fraipont** présente un travail relatif aux affinités des genres *Favosites*, *Emmonsia*, *Michelinia* et *Pleurodictyum*. Sont nommés commissaires MM. G. Dewalque, A. Briart et C. Malaise.

M. **C. Malaise** présente une analyse du grand mémoire que notre savant confrère, M. le prof. J. Gosselet, vient de publier sous le titre de *L'Ardenne* dans les *Mémoires pour l'explication de la Carte géologique détaillée de la France*. Ce travail paraîtra dans la *Bibliographie*.

La séance est levée à une heure.

Séance du 23 *décembre* 1888.

La séance est ouverte à onze heures. M. le baron O. van Ertborn, président, occupe le fauteuil.

Le procès-verbal de la séance du 2 décembre est approuvé.

M. le président proclame membres de la Société MM. :

DESPRET (Emile), élève-ingénieur, 27, rue André Dumont, à Liége, présenté par MM. P. Destinez et H. Forir.

DORMAL (Victor), docteur en sciences naturelles, à Waret-l'Evêque, par Héron, présenté par MM. C. Malaise et G. Dewalque.

POSKIN (Jules), docteur en sciences naturelles, professeur à l'Ecole d'agriculture de et à Mont-sur-Marchienne, présenté par MM. Ch. de la Vallée Poussin et X. Stainier.

Ouvrages offerts. — Les publications suivantes, arrivées en don ou en échange, sont déposées sur le bureau. Des remercîments sont votés aux donateurs.

Berne. Commission de la carte géologique. *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.* Lieferung XXIV, 1888.

Bruxelles. Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique. *Mémoires* in-8°, t. XLI, 1888.

— *Annales des travaux publics de Belgique*, t. XLVI, cahier 2, 1888.

— *Bibliographie de Belgique.* Année XIV, n° 10, 1888.

— Société belge de microscopie. *Procès-verbaux*, année XIV, n° 10, 1888.

Budapest. Kön. Ungarische wissenschafftliche Gesellschaft. *Dr Ludovicus Simonkai : Enumeratio florae transsilvanicae vesiculosae critica*, 1886. *Dr Eugenius Datay de Dées : Crustacea Cladocera faunae hungaricae*, 1888.

— *Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn.* red. par J. Fröhlung. Bd. I, 1882-83; Bd. II, 1883-84; Bd. III, 1884-85; Bd. IV, 1885-86 ; Bd. V, 1886-87.

Buenos Aires. Academia de ciencias exactas de Cordoba. *Boletin*, tomo XI, entrega 2*a*, 1888.

Calcutta. Asiatic Society of Bengal. —*Proceedings*, 1888, nos 4, 5, 6, 7, 8. — *Journal*, vol. LVII, part II, nos 2, 3, 1888.

— Geological Survey of India. *Palaeontologia indica*, series XIII, vol. I, part 7, 1887.

Dax. Société de Borda. *Bulletin*, année XIII, trimestre 4, 1888.

Gottingue. Kön. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georgia-Augusta Universität. *Nachrichten*, n° 9, 1888.

Halle-s-S. Verein für Erdkunde. *Mittheilungen*, 1888.

Mexico. Sociedad cientifica« Antonio Alzate ». *Memorias*, II, quad. 4, 1888.

Minneapolis. *The American Geologist*, vol. II, n° 6, 1888.

Montréal. Société Royale du Canada. *Mémoires et comptes rendus*, in-4°, t. V, 1887.

New Haven. *American Journal of science and arts*, vol. XXXVI, n° 216.

New York. *Science*, vol. XII, nos 303, 304, 1888.

Paris. Académie des sciences de l'Institut de France. *Comptes rendus*, t. CVI, table, 1888; t. CVII, nos 22, 23, 24, 1888.

— *Feuille des jeunes naturalistes.* Année XIX, n° 218. *Catalogue de la bibliothèque*, fasc. 4, 1888.

Rome. Biblioteca nazionale centrale Vittorio Emmanuele. *Bollettino delle opere moderne straniere*, vol. III, n° 4, 1888.

Sydney. Linnean Society of New South Wales. *Proceedings*, vol. II, part 4, 1887, vol. III, part 1, 1888.

— Royal Society of New South Wales. *Journal and proceedings*, vol. XXII, part 1, 1888.

Tromsö. Museum. *Aarsberetning*, *Aarshefter*, XI, 1887.

Venise. R. Istituto veneto. *Atti*, ser. VI, t. VI, dispensa 10, 1887-88.

Vienne. K. K. geologische Reichsanstalt. *Verhandlungen*, n° 14, 1888.

DONS D'AUTEURS.

E. Delvaux. Sur un mémoire de M. Lorié, intitulé : Contributions à la géologie des Pays-Bas. Liége, 1888.

M. De Puydt. Notice-Catalogue sur les antiquités préhistoriques du Musée de Liége. Liége, 1888.

H. Dubbers. Der obere Jura auf dem Nordostflügel der Hilsmulde. Gottingen, 1888, in-4°.

A. von Koenen. Beitrag zur Kenntniss von Dislocationen. Berlin, 1888.

Leborgne et *Pagnoul.* Projet de distribution d'eau potable dans les agglomérations de Namur, Charleroi, Bruxelles, Tirlemont, Louvain, Malines, Lierre et Anvers. Jumet, 1888, in-4°.

B. Lundgren. Öfversigt af sveriges mesozoïska Bildningar. Lund, 1888, in-4°

G. Müller. Beitrag zur Kenntniss der oberen Kreide am nördlichen Harzrande. Berlin, 1888.

E. Stremme. Beitrag zur Kenntniss der tertiären Ablagerungen zwischen Cassel und Detmold nebst einer Besprechung der norddeutschen Pecten-Arten. Berlin, 1888.

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. G. Dewalque, Ad. Firket et J. Faly, sur un mémoire de M. R. Malherbe, intitulé : *Étude sur la stratigraphie souterraine de la partie nord-ouest de la province de Liége.* Conformément aux conclusions des commissaires, la Société décide l'insertion de ce travail dans les *Mémoires*, avec la carte qui l'accompagne, réduite au $^1/_{160000}$ et trois coupes, le tout sans couleurs, autant que possible.

Conformément aux conclusions des rapports de MM. G. Dewalque, A. Briart, et C. Malaise, l'assemblée vote l'impression, dans les *Mémoires*, d'une note de M. J. Fraipont, intitulée : *Sur les affinités des genres Favosites, Emmonsia, Michelinia et Pleurodictyum.*

Communications. — M. G. Dewalque résume une note de M. **L. Bayet**, sur un grès blanc de Thy-le-Château. Cette communication est renvoyée à l'examen de MM. Kupfferschlaeger, Ad. de Vaux et Ad. Firket.

M. **G. Cesàro** expose verbalement ses travaux sur la *Reproduction de la Nadorite* et la *Relation entre la forme orthorhombique de cette espèce et le cube.* L'assemblée décide que ce travail sera inséré dans les *Mémoires.*

Le même membre présente une *Démonstration élémentaire de la relation qui existe entre les caractéristiques de quatre faces appartenant à la même zone et les angles que ces faces font entre elles;* ainsi qu'un mémoire étendu, sur

Les formes cristallines de la calcite de Rhisnes. Ces deux communications sont renvoyées à l'examen de MM. G. Dewalque, Ch. de la Vallée Poussin et Ad. Firket.

La séance est levée à midi trois quarts.

Séance du 20 *janvier* 1889.

M. Ad. Firket, vice-président, occupe le fauteuil.

Le procès-verbal de la séance du 23 décembre 1888 est approuvé.

M. le président annonce trois présentations.

Il présente les excuses de M. le baron O. van Ertborn, président de la Société, empêché d'assister à la séance.

Correspondance. — L'Académie royale des sciences de Turin rappelle qu'à partir du 1er janvier 1889, il est ouvert entre les savants de toutes les nations un concours qui sera clos le 31 décembre 1890 et qui aura pour but de récompenser le savant ou l'inventeur, à quelque nation qu'il appartienne, lequel, durant la période quadriennale de 1887-1890, « au jugement de l'Académie des Sciences de » Turin, aura fait la découverte la plus éclatante et la plus » utile, ou qui aura produit l'ouvrage le plus célèbre en fait » de sciences physiques et expérimentales, histoire natu- » relle, mathématiques pures et appliquées, chimie, phy- » siologie et pathologie, sans exclure la géologie, l'histoire, » la géographie et la statistique. »

La somme destinée à ce prix sera de 12000 fr. (prix Bressa).

Ouvrages offerts. — Les publications suivantes, entrées

depuis la séance du 23 décembre dernier, sont déposées sur le bureau. — Des remerciements sont votés aux donateurs:

Angers. Société d'études scientifiques, *Bulletin*, année XVI, 1886.

Barnsley. Midland Institute of mining, civil and mechanical Engineers. *Transactions*, vol. XI, part 99, 1888; part 100, 1889.

Besançon. Société d'Emulation du Doubs. *Mémoires*, sér. 6, vol. II, 1887.

Boston. American Academy of arts and sciences. *Proceedings*, new series, t. XV, 1, 1888.

Bruxelles. *Bibliographie de Belgique.* an. XIV, n° 10*, 1888.

— Société royale de médecine publique de Belgique. *Tablettes mensuelles*, novembre 1888.

Budapest. Magyar nemzeti Museum. *Természetrajzi füzetek*, vol. XI, n°s 3-4, 1889.

Cambridge (E. U.). Museum of comparative zoölogy. *Bulletin*, whole series, vol. XVI, n° 2, 1888.

Catane. Accademia gioenia di scienze naturali. *Atti*, nuova series, fasc. 1, novembre 1888.

Edimbourg. Geological Society. *Transactions*, vol. V, part 4, 1888.

Harlem. Musée Teyler. *Archives*, sér. 2, vol. III, part. 2, 1888. Catalogue de la bibliothèque du Musée, livr. 7, 1887; livr. 8, 1888.

Hermannstadt. Siebenburgischer Verein für Naturwissenschaften. *Verhandlungen und Mittheilungen*, Jahrg. XXXVIII, 1888.

Lille. Société géologique du Nord. *Annales*, t. XV, livr. 5 et 6, 1887-88.

Lisbonne. Commission des travaux géologiques du Portugal. *Recueil d'études paléontologiques*, vol. II, 3me et dernier fasc., 1888.

Londres. Royal Society, *Proceedings*, vol. XLIV, n° 272, 1888.

Lyon. Société des sciences industrielles. *Annales*, 1888, n° 4.

Le Mans. Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe. *Bulletin*, sér. 2, t. XXIII, fasc. 4, 1887-1888.

Melbourne. Geological Society of Australasia. *Transactions*, vol. I, part 3, 1888.

Moscou. Société impériale des naturalistes. *Bulletin*, an. 1888, n° 2.

Munich. Kön. bayerische Akademie der Wissenschaften. *Abhandlungen*, Band XVI, Abth. 3, 1888.

Nancy. Académie Stanislas. *Mémoires*, sér. 5, t. V, 1888.

New-Haven. *American Journal of science*, vol. XXXVII, n° 217, 1889.

Newcastle-s-T. North of England Institute of mining and mechanical Engineers. *Transactions*, vol. XXXVII, part 6, 1889.

New York. *Science*, vol. XII, n°s 305-308, 1888; vol. XIII, n° 309, 1889.

— American Museum of natural history. *Bulletin*, vol. II, n°s 4-6, 1888.

— American Academy of science. *Annals*, vol. IV, n°s 5-8, 1888.

Padoue. Rivista di mineralogia e cristallographia italiana, vol. I, 1887; vol. II, III, 1888.

Paris. Société géologique de France. *Bulletin*, sér. 3, t. XVI, n°s 4, 6, 1888.

— Société française de minéralogie. *Bulletin*, t. XI, n° 7, 1888.

— *Annales des mines*, sér. 8, t. XIV, livr. 4, 1888.

— Académie des sciences. *Comptes rendus*, t. CVII, n°s 25-27, 1888; t. CVIII, n° 1, 1889.

— *Feuille des jeunes naturalistes*, an. XIX, n° 219, 1889.

Rio-de-Janeiro. Museu nacional. *Archives*, vol. VII, 1887.

Rome. R. Comitato geologico d'Italia. *Bollettino*, vol. XIX, n°s 9, 10, 1888.

Rouen. Société des amis des sciences naturelles. *Bulletin*, sér. 3, an. XXIV, 1er sem., 1888.

Saint-Pétersbourg. Comité géologique. *Bulletin*, t. VI' n°s 11, 12, 1887; t. VII, n°s 1-5 et supplément 1888; *Mémoires*, vol. V, n°s 2-4, vol. VI, n° 1, 2; vol. VII, n°s 1, 2.

Toulouse. Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres. *Bulletin*, an. XXII, 1er trim., 1888.

— Société académique franco-hispano-portugaise. *Bulletin*, t. VIII, n° 2, 1888.

Verdun. Société philomathique, *Mémoires*, t. X, 1888.

Vienne. K. K. naturhistorisches Hofmuseum. *Annalen*, Bd. III, n°s 2, 3, 1888.

— K. K. Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, Bd. XCV, Hefte 1-5, 1887; Bd. XCVI, Hefte 1-5, 1888.

Washington. U. S. Geological Survey. *Monographs*, vol. XII, 1886 et Atlas, 1883. (Geology and Mining Industry of Leadville (Colorado), by S. Franklin Emmons.)

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. *Jahrbuch*, Jahrg. XLI, 1888.

DONS D'AUTEURS.

Alexander Agassiz. Annual report of the curator of the Museum of comparative zoölogy at Harvard College to the president and fellows of Harvard College for 1887-88. Cambridge, 1888.

Carl Max von Bauernfeind. Das Bayerische Præcisions-Nivellement, siebente Mittheilung. München, 1888.

A. Blytt. On variations of climate in the course of time. Christiania, 1886.

— The probable cause of the displacement of beach-lines, an attempt to compute geological epochs. Christiana, 1889.

É. Delvaux. Contribution à la géologie des Pays-Bas, par le Dr Lorié, à Utrecht. Liége, 1888.

Dr Paul Groth. Festrede gehalten in der öffentlichen Sitzung der K. bayer. Academie der Wissenschaften zu München, zur Feier des einhundert-und-neunundzwanzigsten Stiftungstages am 28 März 1888. München, s. d.

J. Gosselet. Etude sur l'origine de l'Ottrélite. 1re étude. L'Ottrélite dans le salmien supérieur. Lille, 1888.

H. Forir. Sur une forme remarquable de calcite provenant de Visé. — Sur des cristaux d'albite de Revin. Liége, 1888.

— Notices bibliographiques, IV. Liége, 1888.

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. Ad. Firket, Ad. de Vaux et I. Kupfferschlaeger sur une *Note sur un facies local du poudingue de Burnot*, par M. L. Bayet. Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'assemblée décide que cette note sera publiée dans les *Mémoires*.

MM. G. Dewalque, Ch. de la Vallée Poussin et Ad. Firket donnent ensuite lecture de leurs rapports sur un grand travail de M. G. Cesàro. *La calcite de Rhisnes.* Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'impression dans les *Mémoires* est votée et des félicitations sont adressées à l'auteur, aux applaudissements de l'assemblée.

Communications. — M. M. Lohest présente à l'assemblée un échantillon de goniatite de l'ampélite de Chokier, montrant entre les cloisons, d'une part, de la hatchettite, d'un autre côté, une substance noire, identique à l'anthracite de Visé. Il fait ressortir combien cette anthracite diffère, par son mode de formation, de l'anthracite ordinaire et expose les considérations qui le portent à la considérer comme le résultat de l'oxydation d'un hydrocarbure.

L'assemblée décide que cette communication paraîtra dans le procès-verbal, mais il paraît préférable de la placer dans les *Mémoires*, à cause de son étendue.

M. Ch. de la Vallée Poussin présente une Note de M. Erens *Sur la provenance des roches cristallines trouvées dans les dépôts de transport situés au sud du Limbourg hollandais.* Il est chargé de faire rapport pour la prochaine séance, en même temps que MM. G. Dewalque et Ad. Firket.

M. V. Dormal donne lecture de la note suivante.

Sur quelques dépôts sableux de la Hesbaye,

Par V. Dormal, d. s.

La question de l'âge des sables qui forment des lambeaux sur nos plateaux est loin d'être résolue, vu l'absence de caractères paléontologiques.

M. Lohest considère comme éocènes les sables du Condroz et des plateaux de Herve. MM. Rutot et Van den Brœck rejettent cette manière de voir et les rapportent au tongrien marin ou inférieur. Plus récemment, M. Dewalque a émis l'opinion que certains dépôts sableux des environs de Spa se rapporteraient au boldérien supérieur. Quoi qu'il en soit, les déductions consignées dans cette première

note, que j'amplifierai sous peu, ne se rapportent qu'aux sablières situées sur les communes de Lavoir, Héron, Landenne-s-M. et Vezin. Quelques-unes de ces sablières étaient connues de Dumont (1) et l'illustre géologue les rapportait au tongrien.

Ces sables paraissent être des lambeaux d'une ancienne bande tertiaire, qui s'étendait de Liége à Namur, bande qui, dans l'endroit qui nous occupe, accuse une direction ENE-WSW.

Quelques-uns de ces dépôts paraissent présenter la forme d'amas de contact ; tels sont les sables de Troka (Landenne-s-M.), au contact du dévonien et du silurien; de même ceux de Forseilles, qui se trouvent au même contact. Une sablière à 500 mètres au nord de l'église de Lavoir paraît se trouver au contact des schistes et de la dolomie de Bovesse. Mais il y a des exceptions. D'autre part, MM. Rutot et Van den Broeck (2) admettent la formation lente de creux ou de sillons dans les régions à zones calcaires (*vallées d'effondrement*), pour expliquer la disposition de l'argile plastique d'Andenne : dans les environs de Héron, un seul point nous a montré quelque chose d'analogue , mais l'affaissement du sable était à peine de un mètre.

Dans toutes ces sablières, le sable est fin, peu pailleté de mica, jaunâtre à la partie supérieure, blanc dans la profondeur ; le sable blanc est traversé par des rubans obliques ou verticaux de sable jaune. La ligne de démarcation entre les deux sables est sinueuse et l'on se croirait en présence d'une discordance par ravinement ; mais on peut s'assurer que le sable jaune était blanc comme l'autre

(1) *Mémoires sur les terrains crétacés et tertiaires*, notes éditées par Mourlon, tome IV, page 508.

(2) *Bull. de la Soc. belge de géologie*, tome II, pages 9 et suivantes.

et qu'il a été coloré par du fer dissous dans l'eau, grâce à l'acide carbonique.

Dans ces sables on trouve de petits rognons de matières noires à l'état humide, mais qui, desséchés, se montrent formés de grains rouge foncé, vraisemblablement un oxyde de fer provenant de la décomposition de glauconie.

Ces sables sont couronnés, rarement par des silex, le plus souvent par un dépôt puissant de cailloux roulés, meubles ou rendus cohérents par le fer (Landenne-s-M. et Bellaire (Vezin) ou par de la pyrite (Couthuin).

A la partie supérieure de ces sables, nous n'avons observé nulle part de l'argile ; mais, sur plusieurs points, nous nous sommes assuré que le sable repose sur de l'argile blanche ou jaune, fait que l'on pouvait déduire d'ailleurs par des considérations hydrologiques. En effet, quelques-uns de ces amas sableux, qui sont d'ailleurs assez étendus (300 mètres sur 200), donnent naissance à des sources assez importantes.

Un fait important au sujet des conclusions à tirer, c'est la présence, à la base du quaternaire, de blocs volumineux de grès gris blanc, que j'ai trouvés d'abord sous le bois de Bierwart. Je les montrai à M. Malaise dans une excursion que j'ai eu l'honneur de faire avec lui; il n'a pas hésité à les rapporter au landénien supérieur. Depuis, nous en avons retrouvé de nombreux exemplaires à Cortil-Wodon ; dernièrement, M. le docteur Tihon m'indiquait la présence, à Lamontzée, d'un tel bloc, qui mesurait plusieurs mètres cubes. Dumont ([1]) en signale également au S. de Vezin.

Ces grès me paraissent des témoins authentiques de l'envahissement d'une partie au moins de la Hesbaye par les eaux éocènes. Les dépôts effectués par ces eaux étaient,

([1]) *Op. cit.*, p. 505, tome IV.

en certains points, argileux, en d'autres points, des sables meubles ou cohérents (grès). A une époque ultérieure, de vastes dénudations eurent lieu dans la contrée; les sables furent enlevés, les blocs de grès restèrent seuls en place et les sables vinrent se déposer sur les argiles de l'époque précédente.

Waret-l'Evêque, 18 janvier 1889.

A la suite de cette lecture, M. **M. Lohest** présente les observations suivantes :

M. Dormal vient de citer l'opinion de MM. Rutot et Van den Broeck, qui rapportent au tongrien les sables et les grès qu'on rencontre disséminés en bien des points du Condroz et de l'Ardenne.

On peut résumer comme suit le raisonnement de MM. Rutot et Van den Broeck sur cette question :

a) Les sables de Rocour sont incontestablement tongriens.

b) Les sables du Condroz sont de même âge que les sables de Rocour.

Il est, je crois, bien difficile de démontrer le point de départ de cette argumentation. On n'a jamais, à ma connaissance, trouvé de fossiles dans les sables de Rocour et l'on est aujourd'hui généralement assez fixé sur la valeur des caractères minéralogiques pour n'attacher qu'une importance accessoire à la présence des paillettes de mica et à celle d'un gravier à cailloux noirs.

De plus, on n'observe guère en Hesbaye les sables de Rocour qu'au voisinage de la Meuse, et ils ne se relient point aux sables tongriens du Nord, comme MM. Rutot et Van den Broeck l'ont d'ailleurs constaté.

La géologie des sables et des argiles du Condroz soulève de nombreuses difficultés. MM. Rutot et Van den Broeck

semblent les résoudre par leur ingénieuse théorie des vallées d'effrondrement. Sans nier l'influence des dissolutions du sous-sol, qui ont souvent altéré la stratification des dépôts d'argile plastique, je ne puis, pour ma part, adopter leur opinion.

L'allure régulière de certains bassins d'argile plastique, dont les couches successives, minces sur les bords, vont en augmentant considérablement d'épaisseur vers le centre du dépôt, permet difficilement de les considérer comme des parties effondrées d'une formation plus considérable. Dans un mémoire actuellement en préparation, j'aurai d'ailleurs l'occasion de signaler d'autres faits qu'on ne peut concilier avec la théorie de MM. Rutot et Van den Broeck.

Etant donnée l'absence de preuve paléontologique, l'hypothèse que les sables de l'Ardenne et du Condroz sont éocènes me paraît encore la plus naturelle. Elle s'accorde assez bien avec l'idée d'un soulèvement lent et continu du Sud-Est de la Belgique pendant la période tertiaire, tandis que toute autre manière de voir a l'inconvénient de faire intervenir des oscillations du sol beaucoup plus compliquées.

M. **Dormal** fait remarquer que, lorsqu'il étudiait à Liége, il fit à différentes reprises des excursions entre Angleur, Boncelles et Ougrée et qu'il y avait rencontré différents gisements de sables. Dans une sablière il y avait du grès qui paraissait stratifié dans le sable. Ce grès était plus grossier que celui de la Hesbaye et se présentait sous forme de dalles et non sous forme de rognons volumineux, comme en Hesbaye. Les sables renferment beaucoup de mica, tandis que ceux de la Hesbaye en renferment peu ; ils sont plus purs et plus blancs; ceux dont je m'occupe sont plus colorés et plus argileux.

M. **G. Dewalque** croit devoir mettre ses confrères en

garde contre l'expression « vallées d'effondrement », qui ne lui paraît pas applicable aux dépôts dont il a été question : l'affaissement par dissolution du sous-sol ne peut être qualifié ainsi.

Il ajoute ensuite quelques considérations sur divers dépôts de ce genre, notamment dans la région de Couvin.

L'assemblée ordonne l'insertion de la note de M. Dormal dans le *Bulletin*.

La séance est levée à midi et quart.

Séance du 17 *février* 1889.

M. Ad. Firket, *vice-président, au fauteuil.*

La séance est ouverte à onze heures.

M. le baron O. van Ertborn, président, fait excuser son absence.

Le procès-verbal de la séance de janvier est adopté.

A la suite des présentations faites à cette dernière séance et de la décision du Conseil en date de ce jour, M. le président proclame membres effectifs, MM. :

Pieret (Victor), ingénieur d'arrondissement, 109, rue de la Station, à Louvain, présenté par MM. Raeymackers et G. Dewalque.

Schmitz (l'abbé Gaspard), S. J., collège St-Servais, à Liége, présenté par MM. G. Dewalque et Fr. Dewalque.

Tihon (F.) docteur en médecine, à Burdinne, présenté par MM. J. Fraipont et G. Dewalque.

Il annonce ensuite une présentation.

Sur la proposition du secrétaire général, l'assemblée

vote des félicitations à deux confrères, MM. Dehu, régisseur de la Société des Vingt-Quatre Actions, à Quaregnon, et Fr. Gindorff, directeur de la Société de la Nouvelle-Montagne, à Engis, qui viennent d'être nommés chevaliers de l'ordre de Léopold à la suite de la dernière exposition (Grand concours international), à Bruxelles.

CORRESPONDANCE.

Le secrétaire général communique une lettre de M. G. Cesàro par laquelle notre savant confrère met à la disposition de la Société une somme de 400 fr. pour contribuer aux frais de l'impression de son mémoire *Sur les cristaux de calcite de Rhisnes*.

L'assemblée accueille cette nouvelle par ses applaudissements, et elle charge le secrétaire général de transmettre ses plus vifs remercîments à M. Cesàro.

Ouvrages offerts. — Les publications suivantes, entrées depuis la dernière séance, sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

Bruxelles. Académie Royale des sciences. *Bulletin*, 3e série, t. 16, 1888, nos 11 et 12. *Annuaire* pour 1889.

— *Bibliographie de Belgique*, 14e année, 1888, nos 11 et 11*.

— Société Royale de médecine publique. *Tablettes mensuelles*, décembre 1888.

— Société belge de microscopie. *Bulletin*, 15e année, no 1, 1889.

— Société royale belge de géographie. *Bulletin*, 1888, no 6.

Cambridge (**E.-U.**). Museum of comparative zoology. *Bulletin*, vol. XVI, no 3 (*Fossil plants*

collected at Golden, Colorado, by Leo Lesquereux).

Catane. Accademia gioenia di scienze naturali. *Bollettino*, décembre 1888.

Delft. Ecole polytechnique. *Annales*, t. IV, 3e livr. 1888.

Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft *Isis*. *Sitzungsberichte und Abhandlungen*, 1888, Januar bis Juni.

Melbourne. Administration de Victoria. *Prodromers of the zoology of Victoria*, by M'Coy, decade XVI, 1888.

Londres. Royal Society. *Proceedings*, t. XLV, nos 273 and 274.

Mexico. Sociedad scientifiæ « Antonia Alrate, » *Memorias*, t. II, enad. 4.

Modène. Società dei naturalisti. *Memoire*, sér. III, vol. VII, fasc. 2, 1888.

Moscou. Société impériale des naturalistes. *Bulletin*, 1886, no 2.

New Haven. *American Journal*, fabr. 1889.

New York. State Museum of natural History. *Forty-first annual Report of the Frusticas*, 1888.

— Science, vol. XIII, n. 310 to 313.

Paris. Académie des sciences. *Comptes rendus*, tome CVIII, nos 2 et 4 et 5.

— *Annales des Mines*, t. XIV, 5e livr. de 1888.

— *Feuille des Jeunes Naturalistes*, 1889, 1er février, no 220.

— *Le Naturaliste*, nos 20 à 43, 1888, 1889, 46 à 47.

— Société française de minéralogie. *Bulletin*, t. XI, no 8, 1888.

Rome. Reale Accademia dei Lincei. *Atti Rendiconti*, vol. IV, fasc. 6-9.

— Biblioteca nationale centrale. *Bollettino delle opere straniere acquistate*, vol. III, n° 4, 1888.

Turin. R. Accademia delle scienze. *Atti*, vol. XXIV, disp. 1e e 2e, 1888-1889.

Venise. Reale Istituto veneto. *Atti*, t. VII, serie seste, disp. 1e e 2e.

— *Notarisa*, anno IV, gennaio, 1889.

Vienne. Kais. Kön. geologische Reichsanstalt. *Verhandlungen*, 1888, nos 15 à 18; 1889, n° 1.

ACHAT.

Bruxelles. Société belge de géologie. *Bulletin*, t. II, fasc. VIII.

DONS.

E. Cutter. Food versus bacilli in consumption. List of lantern slides, 1888.

G. Dewalque. Notice sur F. L. Cornet, Bruxelles, 1889.

— Table des matières des XX volumes de la 1re série du *Bulletin de l'Institut archéologique Liégeois.*

K. A. Lossen. Albrecht von Groddech. Berlin, 1888.

Rapports. — MM. Ch. de la Vallée Poussin, G. Dewalque et Ad. Firket donnent lecture de leurs rapports sur un mémoire de M. **Alph. Erens**, intitulé : *Note sur la provenance des roches cristallines comprises dans les dépôts de transport situés dans la partie méridionale du Limbourg hollandais.* Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'assemblée vote l'impression de ce travail dans les *Mémoires.*

Communications. — Le secrétaire général présente une note de M. **G. Schmitz** *sur les sablonnières de Rocour.* MM. G. Dewalque, Ch. de la Vallée Poussin et M. Lohest sont chargés de faire rapport sur ce travail.

La Société s'occupe ensuite d'affaires financières.

La séance est levée à midi.

Séance du 17 mars 1889.

Présidence de M. le baron O. VAN ERTBORN.

La séance est ouverte à 11 heures.

Le procès-verbal de la séance de février est adopté sauf un changement de rédaction demandé par M. Cesàro, concernant le don de 400 francs qu'il a fait pour contribuer aux frais de la publication de son important mémoire sur les cristaux de calcite de Rhisnes.

M. le secrétaire général, indisposé, fait excuser son absence.

A la suite de la présentation faite à la dernière séance et de la décision du conseil en date de ce jour, M. le Président proclame membre effectif, M. :

ERENS (Alphonse), étudiant, à Fauquemont, présenté par MM. Ch. de la Vallée Poussin et G. Dewalque.

M. G. Dewalque annonce à l'assemblée la mort d'un de ses membres honoraires des plus connus, S. E. M. le Dr H. von Dechen, inspecteur général des mines, décédé à Bonn le 15 février dernier, après une longue maladie, âgé de 89 ans accomplis. Parmi les papiers qu'il avait pré-

parés pour la séance se trouvait la note suivante, dont il est donné lecture.

Les premiers travaux de cet excellent confrère remontent à 1823 et concernent particulièrement l'Ardenne, qui l'intéressa tout particulièrement jusqu'à la fin de sa carrière. Entré bientôt après dans le corps des mines, il résida à Bonn et y parvint rapidement à la direction des mines et usines de la Province rhénane et de la Westphalie. C'est là qu'il publia notamment sa grande carte géologique de ces provinces, en 34 feuilles au $^1/_{80\cdot000}$, avec carte d'ensemble en une feuille au $^1/_{500\cdot000}$, celle de l'Allemagne au $^1/_{2\cdot500\cdot00}$, celle de l'Europe centrale au $^1/_{1\cdot200\cdot000}$, et de nombreux écrits relatifs surtout aux minerais et aux roches utiles de l'Allemagne. Je n'ai pas l'intention de passer son œuvre en revue; mais je ne puis m'abstenir de rappeler les excellentes qualités de cet homme, aussi aimable que bienveillant; la bonté de son cœur n'avait d'égale que sa modestie.

Il y a une trentaine d'années, j'eus l'occasion de lui demander quelques renseignements relatifs à une excursion aux Sept-Montagnes et dans l'Eifel que je me proposais de faire avec mes élèves; il me répondit en me donnant rendez-vous à Bonn, où il pourrait m'exposer ses conseils de vive voix. Au lieu de cela, il s'offrit à nous guider, et nous consacra une semaine. Il a fait la même chose avec la Société, il y a quelques années.

J'ai eu l'occasion de lui recommander un certain nombre d'élèves ingénieurs, envoyés en mission dans sa circonscription ou ailleurs : tous sont revenus enchantés de son accueil et de sa serviabilité.

M. **le président** annonce également la mort de M. Giuseppe Meneghini, président du Comité géologique

d'Italie et de la Société toscane de sciences naturelles, avec lesquels nous sommes en échange de publications.

Ouvrages offerts. — Les suivants, entrés depuis la dernière séance, sont déposés sur le bureau. Des remercîments sont votés aux donateurs.

Barcelone. Real Academia de ciencias naturales y artes. *Memoria inaugural* per Lauro Clariana y Ricart, anno 1888 a 1889.

Bonn. Naturhistorischer Verein. *Verhandlungen*, Jahrg. XLV, Hälfte 2, 1888.

Berlin. Königlich Preussische geologische Landesanstalt und Bergakademie. *Jahrbuch*, für das Jahr 1887.

Brunn. Naturforschender Verein. *Verhandlungen*, Bd. XXVI, 1887. *Bericht der meteorologischen Commission*, VI, 1886.

Bruxelles. Académie Royale des sciences. *Bulletin*, 3e série, t. XVII, n° 1, 1889.

— *Bibliographie de Belgique*, année XIV, nos 12 et 12*, 1888. Année XV, n° 1, 1889.

— Société Royale de médecine publique de Belgique. *Tablettes mensuelles*, janvier 1889.

Budapest. Kön. ungarische geologische Anstalt. *Geologische specialkarte der Länder der ungarischen Krone. Col. XXVIII, Blatt Zone 18, Erläuterungen, 1889.*

— Ungarische geologische Gesellschaft. *Zeitschrift*, Kölet XVIII, fuzet 5-12. 1888.

Calcutta. Geological Survey of India. *Records*, vol. XXI, part 4. 1888.

Catane. Accademia Gioenia di scienze naturali. *Bullettino mensile*, fasc. III, Gennaio 1889.

Darmstadt. Geologische Landesanstalt. *Abhandlungen*, B I, H. 4, 1883 et B. 1. H. 3, 1889.

Francfort s/ le M. Physikalischer Verein. *Jahresbericht*, 1886-87.

Greifswald. Naturwissenschaflicher Verein. *Mittheilungen*. Jahrg. XX, 1888.

Lausanne. Société géologique Suisse. *Recueil périodique*, 1888, n° 3.

Lille. Société géologique du Nord. *Annales* t. XVI, 1e, liv., 1888-1889.

Londres. Geological Society. *Quarterly Journal*, vol. XLV, n° 177, 1889.

— Royal Society. *Proceedings*, vol. XLV, n° 275, 1889.

Madrid. Comision del mapa geologico de España. *Boletin*, t. XIV, 1887.

Naples. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. *Rendiconto*, ser. 2, vol. IV, fasc. 1, 1889.

New Haven. *American Journal of science*, vol. XXXVII, n° 219, 1889.

New York. *Science*, vol. XIII, nos 313 to 317. 1889.

Padoue. Società Veneto-trentina di scienze naturali. *Atti*, vol. X, fasc. 2, 1889.

Paris. Académie des sciences. *Comptes rendus*, t. CVIII, nos 6 à 9. 1889.

— *Feuille des jeunes naturalistes*. Année XIX, n° 221, 1889.

— *Le Naturaliste*. Série 2, année XI, n° 48. 1889.

— Société française de minéralogie. *Bulletin*, t. XII, n° 1, 1889.

Pise. Società Toscana di scienze naturali. *Atti*, *Processi Verbali*, vol. VI. Adunanza del 11 novembre 1888.

Rome. R. Accademia dei Lincei. *Atti, Rendiconti*, vol. IV., fasc. 10. 1888.

— R. Comitato geologico d'Italia. *Bolletino*, t. XIX, nos 11 et 12, 1888.

— Società geologica italiana. *Bollettino*, vol. VII. 3, 1888.

St-Pétersbourg. Société des naturalistes. *Travaux de l'expédition Aralo-Caspienne*, liv. VI, 1889.

Turin. R. Accademia delle scienze. *Atti*, vol. XXIV, disp. 3a—5a, 1888-1889.

Vienne. Verein der Geographen. *Bericht*, Jahrg. XIV, 1887-1888.

Zwickau. Verein für Naturkunde. *Jahresbericht*, 1888.

DONS D'AUTEURS.

Carez. Extrait de l'annuaire géologique universel, t. IV, partie régionale, Iles Britanniques et France.

Weiss et *Von Fritsch.* Ueber neue Funde von Sigillarien der Wettiner Steinkohlengrube. Berlin, in August 1888.

Communications. — M. Cesàro donne lecture d'une note intitulée :

Le procédé Solvay inventé cinquante ans auparavant par Fresnel,

par G. Cesàro.

Je viens, en parcourant les œuvres complètes de A. Fresnel, publiées par MM. De Sénarmont, Verdet et L. Fresnel, de faire une curieuse découverte historique.

On sait que récemment, ici en Belgique, M. Solvay a entrepris une nouvelle méthode de préparation de la soude, se basant sur l'insolubilité du bicarbonate sodique ; il suffit, en partant directement du chlorure de sodium, de traiter ce dernier par le bicarbonate ammonique ; on obtient un précipité de bicarbonate sodique, qui, par l'action de la chaleur, perd la moitié de son anhydride carbonique et donne le carbonate.

Or, de certains passages de lettres adressées par M. Léonor Mérimée à son neveu A. Fresnel, il résulte à l'évidence, d'après moi, que le procédé Solvay avait été inventé, cinquante ans auparavant, par le célèbre créateur de l'optique moderne. Trois ans avant de se donner à l'étude de la lumière, cet étonnant génie inventif auquel toutes les branches paraissent familières, s'occupait de recherches de chimie industrielle. Il résulte des lettres que je vais vous lire, que de célèbres chimistes, tels que Vauquelin et Thénard, n'ont guère encouragé l'inventeur et ont laissé tomber dans l'oubli un procédé qui, cinquante ans plus tard, a marqué un réel progrès dans la fabrication de la soude.

J'ajoute qu'il est heureux que Fresnel n'ait pas rencontré des encouragements sur la route qu'il avait d'abord choisie ; il est probable que, sans cela, ses admirables travaux sur la double réfraction et sur la polarisation de la lumière n'eussent jamais vu le jour et que nous serions encore à présent dans une ignorance presque complète sur la nature des vibrations qui produisent les phénomènes lumineux.

La première lettre prouve qu'il s'agit de la fabrication de la soude; dans la deuxième, on voit que Fresnel employait le carbonate d'ammoniaque dans sa préparation ; enfin, dans la dernière, on parle de l'emploi du chlorure ammonique, obtenu évidemment par double décomposition pendant la fabrication.

Page 810, tome II. Paris, 5 août 1811.

Léonor Mérimée à son neveu A. Fresnel.

« Mon bon ami, il ne m'a pas été possible de remettre aussitôt que je l'ai reçue la lettre que tu désirais que je communiquasse à M. Vauquelin. Il n'y a que huit jours qu'il l'a entre les mains.

Il m'a paru flatté de ta confiance en lui, et va répéter tes expériences. Je suis allé le revoir avant-hier. Il n'avait pas encore commencé.

Je pense, moi indigne, que tu ne t'es pas trompé, et, ce qu'il y a de piquant, c'est qu'un très habile fabricant *de soude*, M. Darcet, a essayé ton moyen ([1]); mais il n'a pas opéré de même, et son expérience n'a pas réussi. Je n'ai pu lui lire ta première lettre, parce que M. Vauquelin l'avait entre les mains, etc. »

Page 813. 31 octobre 1811.

Le même au même.

« Il est bien vrai, mon ami, que, si je n'avais pas compté sur M. Vauquelin, je t'aurais répondu sur le champ, et que notre correspondance n'eût pas langui comme elle a fait depuis 3 mois. M. Vauquelin avait les meilleures intentions du monde, mais une expérience commencée en amène une autre, et il n'est pas aisé de trouver le joint propice pour en intercaler une qui n'a point de rapport à celle dont on s'occupe. J'ai été plusieurs fois chez lui. Il a fait une absence de près d'un mois. Je viens de le voir, et je ne

([1]) Avant d'avoir trouvé sa voie scientifique, Fresnel avait fait quelques excursions dans le domaine de la chimie, et s'était particulièrement occupé des moyens d'extraire économiquement la soude du sel marin. (L. F.)

rapporte encore que des promesses de vérifier tes expériences, et l'opinion où il est qu'elles doivent réussir. Ce qui me donne un peu plus de confiance dans ces nouvelles promesses, c'est qu'il doit charger son élève, M. Chevreul, de la besogne, et que j'irai voir cet élève et le presserai de s'en occuper.

En attendant, tu pourrais employer tes soirées à répéter un peu plus en grand ton expérience, dans l'intention de déterminer ce que tu perds de *carbonate d'ammoniaque ;* ensuite tu rédigerais un mémoire, que tu m'enverrais, et, après l'avoir soumis à la censure de M. Vauquelin, nous le ferions imprimer tout vif dans les *Annales de Chimie*, et même nous le ferions lire auparavant à l'Institut... »

Page 815. Paris, 20 mars 1812.

Le même au même.

« ..... Thénard, à qui j'ai parlé de tes expériences, m'a fait beaucoup d'objections, que j'ai oubliées. Tout ce dont je me souviens seulement, c'est qu'il ne croit pas *que cela soit exécutable en grand.* Mais il n'en est pas moins curieux de lire ton mémoire. « Je verrai, m'a-t-il dit, par » l'exposé de ses expériences, comment il suit ses idées, » et, quand même il aurait tenté l'exploitation d'une mine » qu'il faut abandonner, il aura bien employé son temps » s'il a mis de la suite dans la combinaison de ses idées : » alors je lui donnerai des fouilles à faire dans lesquelles » il trouvera des choses exploitables. »

Ainsi, mon ami, envoie-moi un mémoire contenant le récit de tes expériences et les raisonnements que tu as faits là-dessus. Je le lui montrerai. S'il est bon, nous le mettrons en évidence; sinon, nous te dirons en quoi il pèche.... »

Page 816. Paris, 14 avril 1812.

Le même au même.

« Mon bon ami, Thénard a fait un petit voyage pour conduire sa mère malade à un habile médecin, et j'ai été obligé d'attendre son retour pour lui remettre ta lettre. Je suis allé le trouver hier, et voici ce qu'il m'a répondu :

Ton procédé est bon, mais il lui paraît plus dispendieux et plus difficile à exécuter que celui qu'on suit....

Quoiqu'il ne trouve pas ton procédé aussi économique que celui qu'on a suivi jusqu'à présent, cependant il le trouve susceptible d'être exécuté en grand, surtout dans une fabrique de *muriate d'ammoniaque*. Mais comme l'emploi du muriate d'ammoniaque est très restreint, et que deux ou trois fabriques qui existent en France suffisent aux besoins du commerce, on n'établirait pas exprès de nouvelles fabriques, qui s'encombreraient de produits dont on ne pourrait se défaire.

Il m'a chargé de te faire des compliments sur ton travail. Il trouve tes idées très bien suivies, et m'a promis de te tailler de la besogne. La première fois que je lui en parlai, je m'expliquai sans doute mal, et d'ailleurs il était préoccupé du travail qu'il fait en ce moment.... En attendant, je le prierai de me mettre de côté les os qu'il m'a promis de te donner à ronger.....

Note. — M. Kupfferschlaeger vient de me communiquer les renseignements suivants : M. A. Gautier dit, dans sa Chimie de 1888, que le principe du procédé de fabrication de la soude par l'action du bicarbonate ammonique sur le sel marin appartient à MM. Schloesing et Rolland, qui ont été brevetés en 1854; mais que ce procédé a été rendu pratique surtout par MM. Solvay et Hanrez. M. Solvay prit un premier brevet en 1863.

Les lettres qui précèdent montrent que Fresnel, déjà en 1811, avait non seulement trouvé la réaction dont il s'agit, mais essayé l'application industrielle du procédé.

Après diverses observations de MM. Kuppfferschlaeger, Firket, Lohest, Jorissenne, Cesàro et Fraipont, l'assemblée décide que cette note sera insérée dans le présent procès-verbal.

M. Lohest donne lecture d'une note intitulée : *De la découverte d'espèces américaines de poissons fossiles dans le Devonien supérieur de Belgique.* L'assemblée en décide l'impression dans le présent procès-verbal.

De la découverte d'espèces américaines de poissons fossiles dans le Dévonien supérieur de Belgique.

Après la réunion du Congrès de Londres, M. le professeur Newberry de New-York s'est rendu à Liége où il a bien voulu examiner ma collection de poissons dévoniens.

Parmi les échantillons que j'avais recueillis dans les macignos d'Ouffet vers la partie supérieure des psammites du Condroz, ce savant a pu reconnaître des plaques osseuses de la tête d'un poisson du genre *Dinichtys*, dont la présence n'avait encore été signalée qu'en Amérique. Le genre *Dinichtys* a été créé, on le sait, par M. Newberry pour un poisson gigantesque dont la tête pouvait atteindre un mètre de long et qui, comme le *Coccosteus*, avait le corps couvert de plaques osseuses.

Pour M. Newberry, les spécimens belges se rapporteraient les uns au *D. pustulosus*, d'autres seraient voisins d'une autre espèce américaine le *D. Terrilli*.

Ces spécimens ont été rencontrés à Ouffet dans un macigno très calcareux, associé au *Spirifer disjunctus* et à des

dents palatines de *Dipnoïdes* dont deux espèces sont également américaines pour M. Newberry, le *Dipterus flabelliformis* et le *D. Nilsoni*.

L'intérêt paléontologique de la présence des *Dinichtys* dans le dévonien belge est encore augmenté par ce fait qu'en Amérique on trouve précisément des animaux gigantesques dans une roche analogue à celle d'Ouffet, associés au même *Spirifer* et aux mêmes *Dipterus*.

En Amérique, on rencontre ces fossiles dans l'assise de Chemung qui est séparée du carbonifère inférieur par l'étage des grès de Katskill à *Holoptychius americanus*, espèce assez voisine des Holoptychius du famennien belge.

Dans le mémoire que j'ai récemment publié sur les poissons famenniens, j'ai signalé la présence d'un Astérolépide, *Bothriolepis* ou *Pterichtys*, au niveau des schistes d'Evieux.

A l'époque où j'ai rédigé ce travail, il existait encore une grande confusion au sujet des genres *Bothriolepis* et *Pterichtys*. M. le professeur Traquair vient récemment d'élucider la question en signalant de nouveaux caractères de différenciation (1). Adoptant les vues de ce savant, on peut rapporter sans hésitations les spécimens belges au genre *Bothriolepis*.

Une espèce dont on a recueilli jusqu'aujourd'hui, à Chèvremont, une tête assez complète, les organes natatoires et différentes plaques dorsales, paraît assez voisine du *B. canadensis* (2). du dévonien supérieur de Scanmenac Bay du Canada, dont j'ai eu dernièrement l'occasion d'étudier de magnifiques exemplaires au British Museum.

(1) R.-H. Traquair. On the Structure and Classification of the Asterolepidœ. *Ann. and Magaz. of Natural History*, déc. 1888.

(2) J.-F. Whiteaves. Illustrations of the Fossil Fishes of the Devonian Rocks of Canada. *Trans. Roy. Soc. can.*, section IV, 1880.

La découverte dans les psammites du Condroz d'espèces très voisines, sinon identiques aux espèces américaines, confirme la manière de voir, aujourd'hui assez généralement adoptée relativement à l'âge famennien des étages de Chemung et de Catskill.

M. O. Van Ertborn fait une communication verbale sur la récente découverte de M. Mourlon, concernant les dépôts quaternaires.

La séance est levée à midi.

Séance du 14 avril 1889.

Présidence de M. Alphonse Briart.

La séance est ouverte à 11 heures.

Le procès-verbal de la séance du 17 mars est approuvé. M. le secrétaire général indisposé fait excuser son absence.

Correspondance. — La Société géologique de France adresse aux membres de la Société géologique de Belgique l'invitation suivante :

La Société géologique de France a décidé de tenir cette année sa Réunion extraordinaire à Paris. La date en a été fixée au 18 août 1889.

Nous prions les membres des Sociétés auxquelles cette lettre est adressée de vouloir bien la considérer comme une invitation personnelle, dont ils n'ont d'ailleurs pas besoin pour être les bienvenus parmi nous. Le programme que nous vous envoyons, comprend des excursions géologiques autour de Paris et des visites aux collections, réparties sur une semaine. De plus, dans la semaine qui suivra,

et d'après les demandes qui en seront faites, des excursions particulières seront organisées, soit dans les environs de Paris, soit dans les provinces plus éloignées. MM. Michel-Lévy et Barrois s'offrent dès maintenant à conduire des excursions en Auvergne et en Bretagne.

La Société géologique serait heureuse que les géologues qui prendront part à cette réunion voulussent bien y voir une occasion de résumer ou de développer devant elle quelques-unes des questions qui ont fait l'objet de leurs récentes études. Dans l'espoir que les échanges d'idées et discussions ne se borneront pas aux questions de la géologie parisienne, elle a réservé dans son programme une part importante, aux séances. Nous prions seulement les géologues qui désireraient faire quelque communication, de vouloir bien s'inscrire et en indiquer le sujet avant le 1er juillet, par lettre envoyée au Secrétariat de la Société géologique, 7, rue des Grands-Augustins, où l'on peut s'adresser pour tous renseignements.

Pour diminuer les difficultés d'organisation, nous prions tous ceux qui comptent prendre part à la réunion d'envoyer leur adhésion avant le 1er juillet au Secrétaire de la Société, et d'indiquer en même temps, s'il y a lieu, la région française qu'ils désireraient visiter après la session. C'est d'après ces indications que ces excursions supplémentaires pourront être organisées.

Le Président,
HEBERT,
Membre de l'Institut.

Le Secrétaire,
J. SEUNES.

Le Comité d'organisation du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques nous envoie la circulaire suivante :

Paris, le 15 février 1889.

Lorsque le Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques termina sa neuvième session à Lisbonne, le 29 septembre 1880, rien n'avait été décidé pour la session suivante, et l'on se sépara, laissant au Conseil permanent, créé par l'article qui venait d'être ajouté au règlement général, le soin de s'occuper de l'organisation de la dixième session. Depuis lors, huit ans se sont écoulés, et toutes les tentatives des membres de ce Conseil pour reconstituer le Congrès ont malheureusement échoué.

Au mois de juillet dernier, plusieurs de nos collègues français, estimant que l'Exposition universelle qui va avoir lieu à Paris fournissait une excellente occasion de reprendre des réunions trop longtemps interrompues, se mirent en rapport avec les membres du Conseil permanent, qui tous adhérèrent aux propositions qui leur étaient faites, sauf deux, dont nous attendons encore les réponses.

Un Comité se constitua sous la présidence de M. de Quatrefages; conformément à l'article 7 du règlement, ce Comité a rédigé un questionnaire que nous vous adressons. Nous y avons joint le texte du règlement et la liste des membres et correspondants du Comité.

Permettez-nous d'espérer que vous voudrez bien nous accorder, cette fois encore, votre précieux concours, en nous donnant votre adhésion personnelle et en usant de votre influence pour assurer le succès de notre dixième session, qui s'ouvrira le 19 août prochain, dans les salles du Collège de France, et sera close le 26.

Nous vous rappelons que toute personne s'intéressant au progrès de nos études peut prendre part aux séances du Congrès en acquittant la cotisation, fixée comme précédemment à 12 francs (10 shillings, 10 reichmarks, 9 couronnes, 5 florins).

Le reçu du trésorier donne droit à la carte de membre et à toutes les publications du Congrès.

Des excursions seront organisées entre les séances; le programme vous en sera ultérieurement adressé.

Pour le Comité d'organisation du Congrès :

Dr E.-T. HAMY, *Secrétaire-général.*

A. DE QUATREFAGES, *Président.*

Les membres qui désirent prendre part au Congrès peuvent adresser leur adhésion à M. le secrétaire-adjoint J. Fraipont.

L'Académie royale de Belgique, classe des sciences, a mis au concours pour 1890 la question de géologie suivante :

« On demande de déterminer par la paléontologie et la » stratigraphie, les relations existantes entre les dépôts » rapportés par Dumont à ses systèmes lackenien et » tongrien marin en Belgique. »

OUVRAGES OFFERTS.

Anvers. Société Royale de géographie d'Anvers. *Bulletin*, t. XIII, fasc. 3, 1889.

Barnsley. Midland Institute of mining civil and mechanial Engineers. *Transactions*, t. XI, p. 101, 1889.

Berlin. Deutsche geologische Gesellschaft. *Zeitschrift*, Bd. XLI, Ht. 3, 1888.

— Gesellschaft für Erdkunde, *Verhandlungen*, Bd. I-XV, 1874-1888, Bd, XVI, n° 1, 1889, and Extra-Number zu Bände VII, 1880 und X, 1883. *Zeitschrift*, Bd. XXIII nr 133-138, 1888; Bd. XXIV, Nr 139, 1889. *Mittheilungen*

von *Forschungreisenden und Gelehrten*, Hte 1-4, 1888.

— Afrikanische Gesellschaft. *Mittheilungen*, Bd. I-IV, 1879-1885; Bd. V, Hte 1, 2, 1886-1887.

Bologne. R. Accademia delle scienze dell' Istituto. *Rendiconto*, anno accad. 1887-88.

— Mémoire, sér. 4, t. VIII, in-4°, 1888. — *Note sur les derniers progrès de la question de l'unification du calendrier dans ses rapports avec l'heure universelle*, 1888.

Bordeaux. Société des sciences physiques et naturelles. *Mémoires*, sér. 3, t. III, sem. 2 et appendice, 1887.

Bruxelles. Académie royale des sciences de Belgique. *Bulletin*, 3e sér., t. XVII, n° 2, 1889.

— Société royale belge de géographie. *Bulletin*, année XIII, n° 1, 1889.

— Société royale de médecine publique de Belgique. *Tablettes mensuelles*, fév. 1889.

— *Bibliographie de Belgique*, 15e année, nos 1 et 2, mars 1889.

— Institut cartographique militaire. *Carte des environs de Spa* à l'échelle de 1 : 10.000. Bruxelles, 1883.

Calcutta. Geological Survey of India. *Records*, vol. XXII, part 1, 1889.

Catane. Accademia gioenia di scienze naturali. *Bollettino mensile*, nuova serie, 1889, fasc. 4.

Dax. Société de Borda. *Bulletin*, 14e année, 1er trimestre, 1889.

Halle-s-S. Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen. *Zeitschrift für Naturwissenschaften*, LXI. B, 1, 2, 3, in 4. H., 1888.

Kiew. Société des naturalistes de Kiew. *Bulletin*, t. X, 1re liv. (en russe).

Londres. Mineralogical Society. *The mineralogical Magazine and Journal of the Society*, Vol. VIII, n° 38, march 1889.

— Royal Society. *Proceedings*, vol. XLV, n. 276 and 277.

Naples. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. *Rendiconto*, vol. 1, fasc. 1-12, 1887, in-4°.

Neuchâtel. Société des sciences naturelles. *Bulletin*, t. XVI, 1888.

New Haven. *The american journal of science*, sér. 3, vol. XXXVII, n° 220, 1889.

New-York. *Science*, n° 318,320, 1889, in-4°.

Osnabrück. Naturwissenschaftlicher Verein. *Jahresbericht*, VII, 1885-1888.

Paris. Académie des sciences. *Comptes rendus*, t. CVII, nos 10 à 13, in-4°, 1889.

— *Feuille des jeunes naturalistes*, 19e année, n° 222, 1 avril 1889. — *Catalogue de la bibliothèque*, fasc. n° 5.

— *Le naturaliste*, 11e année. N. 49 et 50, 15 mars et 1 avril 1889.

— Société géologique de France. *Bulletin*, t. XV, n° 9, 1867; t. XVI, n° 7 et 8, 1868; t. XVII, n° 2, 1889.

— Société française de minéralogie. *Bulletin*, t. XII, n° 2, 1889.

Rome. Reale accademia dei Lincei. *Atti, Rendiconti*, vol. IV, fasc. nos 11 et 12, 1888, in-4°.

— Biblioteca nazionale centrale Vittorio Emmanuele. *Bolletino delle opere moderne straniere*, vol. III, n° 6, 1888; vol. IV, n° 1, 1889.

St-Quentin. Société académique. *Mémoires*, sér. 4, t. VII, 1884-85.

Strasbourg. Commission für die geologische Landes-Untersuchung von Elsass-Lothringen. *Abhandlungen zur geologischen Specialkarte von Elsass-Lothringen*. B. IV, H. 4 und 5, 1888. *Mittheilungen*. Bd. I, Heft 4.

Toulouse. Société d'histoire naturelle. *Bulletin trimestriel*, t. XXII, avril et sept. 1888.

Turin. R. Accademia delle Scienze. *Atti*, vol. XXIV, disp. 6e, 1888-89.

Vienne. Kais. Kön. naturhistorisches Hofmuseum. *Annalen*, Band III, nº 4, 1888, B. IV, nº 1, 1889.

— Kais. Kön. Geologische Reichsanstalt. *Jahrbuch*, XXXVIII. B., 4. H., 1889, *Verhandlungen*, 1889, nº 3.

Washington. United States Geological Survey. *Bulletin*, nos 40 to 47, 1887-88. *Mineral resources of the U. S.*, 1887.

DONS D'AUTEURS.

Blytt, A. The probable cause of the displacement of beach-lines. Second additional note, s. l., 1889.

Comhaire, Ch.-J. Les monuments mégalithiques de Solwaster, I. Liége, 1889.

Helland, Amund. Lakis kratere og lavaströmme. Christiania, 1886, in-4º.

Poskin, A. L'origine des eaux minérales de Spa et les sources minérales de la Belgique. Bruxelles, 1889.

Reusch, Hans. Bömmelöen og Karmöen med omgivelser. Christiania, 1888, in-4º.

Rapports. — Il est donné lecture des rapports de MM. G. Dewalque, Alph. Briart et J. Fraipont sur un mémoire intitulé : *Contribution à l'étude du système crétacé de la Belgique, 4e partie. Poissons et crustacés*, par M. H. Forir. Conformément aux conclusions des rapporteurs, l'assemblée décide que cette note sera publiée dans les *Mémoires.*

Communications. — M. W. **Spring** donne lecture du travail suivant :

Sur la cause de la fétidité de certains calcaires;

par W. Spring.

Les calcaires ont fait l'objet d'un nombre considérable de travaux chimiques. On possède aujourd'hui l'analyse de centaines d'échantillons de toute origine. Nos renseignements sur la proportion plus ou moins grande de matières étrangères qui accompagnent le carbonate de calcium dans ses diverses formations géologiques sont donc assez complets. Nous savons pourquoi les unes se distinguent des autres tant pour la couleur et la dureté que par d'autres propriétés. Toutefois, il reste certains points sur lesquels l'état de nos connaissances n'est pas bien satisfaisant. Ainsi, par exemple, la raison de la fétidité des calcaires nous est à peu près inconnue, ou tout au moins, ne se dégage-t-elle pas d'une manière évidente et certaine, des analyses chimiques exécutées jusqu'à ce jour. On peut même dire plus : elle n'a jamais fait l'objet d'une recherche spéciale ; ce que l'on en trouve dans les écrits des géologues et des chimistes est plutôt l'expression d'une opinion à laquelle une base solide fait encore défaut.

Certains géologues attribuent la fétidité des calcaires à

la présence de matières bitumineuses, d'autres, à la présence de sulfures ou d'acide sulfhydrique. On s'explique facilement cette opinion, surtout la première. Il existe, en effet, des calcaires ou des dolomites, chargés de quantités notables de matières bitumineuses (asphalte ou pétrole) qui dégagent une odeur très mauvaise quand on les brise. On peut citer la *dolomite de Brazza*, en Dalmatie, qui renferme au delà de 7 °/₀ de bitume, le calcaire du Val de Traver, en Suisse, le calcaire de Hall, en Tyrol, dans lequel les matières bitumineuses sont en quantité telle que cette roche est employée au lieu d'asphalte, pour la confection des trottoirs et des couvertures étanches.

Mais il est à remarquer que l'*intensité* de la fétidité du calcaire n'est pas en rapport avec l'abondance des matières bitumineuses. Les calcaires les plus bitumineux n'ont pas l'odeur la plus forte. Bien mieux, certains calcaires assez peu foncés en couleur pour que la quantité de matières carbonées qu'ils contiennent soit presque inappréciable, dégagent pourtant une odeur insupportable.

Il paraît donc que la fétidité des calcaires ne doit pas être imputée directement aux matières bitumineuses. Au surplus, avant de considérer la question comme résolue, il conviendrait de s'assurer si les bitumes des calcaires sont fétides *par eux-mêmes*, d'autant plus que l'on ne connaît pas un seul *hydrocarbure* dont l'odeur rappelle celle des calcaires ; on est donc obligé d'admettre que les bitumes des calcaires ne sont pas véritablement la substance fétide, mais qu'ils la contiennent. C'est un déplacement de la question et non une solution.

Au sujet de la seconde opinion, à savoir celle qui attribue la fétidité du calcaire à l'acide sulfhydrique, il y a lieu de remarquer que l'odeur de l'acide sulfhydrique, pour être désagréable, n'est pas cependant à confondre avec l'odeur des calcaires. S'il se dégage véritablement de l'acide sulfhy-

drique quand on pulvérise les calcaires, ce gaz doit encore être accompagné d'autre chose. La question est donc encore ouverte. D'ailleurs, cette dernière opinion ne se trouve exprimée, tant que je sache, que par d'Omalius d'Halloy et encore d'une manière dubitative [1].

J'ai essayé de résoudre la question à l'aide d'un examen chimique fait avec une quantité relativement grande de marbre noir de Golzinne que j'avais à ma disposition, et j'ai pu m'assurer que la cause de la fétidité de la matière employée dans mes recherches n'était en aucune façon la présence de bitumes dans le marbre, mais bien celle d'une quantité très appréciable de *phosphamine* mélangée à de l'*acide sulfhydrique.*

Voici, en effet, la relation des opérations à la suite desquelles j'ai cru pouvoir conclure de la sorte.

On a dissous dans l'acide chlorhydrique étendu, 1433^{grm},4 de marbre. Le gaz qui se dégageait avait une odeur écœurante. Il est resté un résidu insoluble, noir, qui, après avoir été lavé complètement et désséché à 120°, pesait 66 gr. 72; soit donc 4,49 °/₀ de la matière employée.

Par calcination, le résidu noir laissait 92,96 °/₀ de cendre, de couleur rose très claire, contenant :

Silice	59,4	
Oxyde de fer et alumine . .	21,5	
Chaux	6,2	
Anhydride sulfurique . . .	8,8	
Anhydride phosphorique . .	1,2	
Autres substances et perte .	2,9	(diff)
	100,0	

[1] « Le calcaire fétide dégage par le frottement et par la percussion, une odeur hépatique très prononcée qui est probablement due à l'acide sulfhydrique. » (Précis de géologie, p. 185.)

D'autre part, on a dosé les matières combustibles du résidu noir (carbone, soufre et hydrogène), en le brûlant dans un courant d'oxygène et en recueillant les produits sur du chlorure de calcium et dans de la potasse. Le sulfite de potassium a été oxydé à l'état de sulfate au moyen du chlore, puis le soufre a été dosé à l'état de sulfate de baryum. On obtint :

Carbone	4,88 %
Soufre	3,06
Hydrogène	0,50

Mais il restait à savoir si l'*hydrogène* se trouvait combiné au carbone dans ce résidu noir, ou s'il y figurait à l'état d'eau d'hydratation. Ce point avait son importance, car il fournissait un renseignement utile sur la nature de la matière carbonée du marbre noir. A cette fin, on a traité le résidu noir par de l'acide fluorhydrique, de manière à dissoudre les silicates aussi complètement que possible et se débarrasser, de cette façon, des substances minérales qui pouvaient être plus ou moins hydratées. Ce traitement par l'acide fluorhydrique a duré plus d'une année, bien que l'on eût soin de remplacer fréquemment, surtout au début, l'acide fluorhydrique employé.

La matière carbonée non attaquée par l'acide fluorhydrique, est d'une ténuité extrême; elle passe par les pores des filtres. On a dû la laver à fond, *par décantation*, au moyen d'eau pure.

Après dessiccation complète, on l'a introduite dans un tube en verre dur et on l'a brûlée à l'aide d'oxygène. Les produits de la combustion passaient par un tube à chlorure de calcium *taré. Celui-ci n'a pas augmenté de poids* après la combustion de plusieurs grammes de matière carbonée. On doit donc conclure que cette matière carbonée est absolument exempte d'hydrogène et que, par conséquent, le

marbre noir employé ne renferme pas de matières bitumineuses : sa coloration noire est due exclusivement à du carbone.

Ce résultat ne permettait plus d'attribuer à des hydrocarbures la cause de la fétidité du marbre, à moins d'admettre que les hydrocarbures se seraient dégagés totalement pendant l'attaque du marbre par l'acide chlorhydrique, ce qui est peu vraisemblable.

La matière à odeur fétide ne se trouvant pas dans les résidus insolubles dans les acides, il était tout indiqué de la chercher parmi les produits de la réaction.

On pouvait espérer la rencontrer dans la solution des chlorures de calcium, etc., peut-être à l'état de chlorhydrate d'une amine organique. Cependant, malgré tout le soin mis à déceler la présence d'un corps carboné, on n'a pu en constater la moindre trace. Le résultat ayant été négatif, je puis me dispenser d'entrer dans le détail des opérations exécutées.

Restait enfin à examiner le gaz lui-même, produit par l'attaque du marbre.

On a opéré sur 628^{gr},2 de marbre que l'on a soumis à l'action de l'acide chlorhydrique.

Le gaz dégagé traversait lentement de l'acide azotique pur chargé de brome, puis il était lavé à l'eau. Ce traitement lui fit perdre complètement sa fétidité. Il était donc évident que la substance fétide se trouvait retenue par l'acide azotique bromé.

Celui-ci a été évaporé au bain-marie et a laissé une petite quantité d'un liquide incolore qui n'était rien autre chose qu'un mélange d'*acide phosphorique* et d'*acide sulfurique*.

En effet, la liqueur molybdique a donné le précipité caractéristique de phosphomolybdate d'ammonium. Recueilli sur un filtre et lavé, ce précipité a été dissous dans l'ammoniaque et le liquide limpide traité par une solution

de chlorure de magnésium. Il s'est formé le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien que l'on a lavé, séché et pesé. On a obtenu :

$$0^{gr},0032 \text{ de } Mg^2P^2O^7.$$

Il résulte nécessairement de là que le gaz carbonique renfermait un produit volatil ou gazeux du phosphore, en un mot, de la *phosphamine*.

Il est facile de calculer que la proportion pour cent de phosphore en état de donner la phosphamine dans l'attaque du marbre est 0.00047 °/₀ d'après le poids des matières employées.

En fait, dans un autre essai conduit de la même façon, on a dosé le soufre, entraîné à l'état d'acide sulfhydrique : on a trouvé 0,00283, soit environ 6 fois autant que de phosphamine.

Pour lever tout doute au sujet de la présence de l'acide sulfhydrique, on a fait passer, dans un dernier essai, le gaz par une solution ammoniacale de nitroprussiate de sodium et l'on a obtenu, dès le début, la coloration violette caractéristique des sulfures alcalins.

Enfin, à titre de *contre-épreuve*, on a préparé de l'anhydride carbonique pur et l'on y a fait passer quelques bulles d'un mélange de phosphamine et d'acide sulfhydrique afin de s'assurer de la possibilité de *reconstituer*, de cette façon, l'odeur fétide des calcaires. Le résultat a été frappant.

Ainsi donc, je le répète, la cause de la fétidité du marbre que j'ai examiné se trouve dans la présence d'une petite quantité de phosphamine et d'acide sulfhydrique qui deviennent libres, soit par la pulvérisation, soit par la dissolution.

Il est bien entendu que le résultat que je signale ici n'est pas nécessairement *exclusif*. Si des calcaires déterminés renferment encore d'autres substances odorantes,

celles-ci concourent, pour leur part, à donner à la masse son odeur caractéristique. Il serait même intéressant d'examiner aussi d'autres échantillons de calcaire, par exemple les *Stinkstein* de Segeberg, dont l'odeur est très forte.

On doit se demander maintenant quelle peut être l'origine de la phosphamine dans le calcaire. Comme réponse à cette question, je me permettrai de présenter, à titre d'hypothèse plausible, que les phosphates contenus en plus ou moins grande quantité dans les roches calcareuses pourraient avoir subi une réduction jusqu'à l'état de phosphure de calcium par l'action des micro-organismes qui ont opéré la putréfaction des matières animales contenues, à l'origine, dans les débris des coquilles ou des coraux qui ont formé nos masses de calcaire. Ensuite, le phosphure de calcium aurait réagi, à mesure de sa formation, avec l'eau chargée d'acide carbonique pour donner du carbonate de calcium et de la phosphamine. Dans le cas où le terrain serait resté perméable aux gaz, la phosphamine se serait dégagée, ou brûlée de nouveau au contact de l'oxygène de l'air ; mais, dans le cas contraire, elle serait restée emprisonnée de manière à ne reparaître que lors de la pulvérisation de la roche. On s'expliquerait, de cette manière, pourquoi tous les calcaires ne sont pas également fétides et surtout, pourquoi les craies et les marnes, quelle que soit leur époque géologique, ne présentent jamais de fétidité.

L'hypothèse que je propose ne me paraît pas plus difficile à admettre que celle de la réduction du sulfate de calcium à l'état de sulfure par les micro-organismes. Je dois ajouter, toutefois, en ce qui concerne la présence de l'acide sulfhydrique parmi les produits de la dissolution du marbre, que mes essais ne démontrent pas nécessairement la présence actuelle du sulfure de calcium. Ce corps peut avoir réagi aussi, à la suite du temps, avec l'oxyde de fer, par exemple, pour former du sulfure de fer.

Enfin je signalerai encore, d'une façon subsidiaire, la présence du *cuivre* dans le calcaire de Golzinne. En opérant sur 1 k. 5 de matière, j'ai pu obtenir 0 gr. 154 d'oxyde de cuivre, ce qui représente environ 0,0006 de cuivre °/₀.

L'assemblée vote l'insertion de cette note dans le *Bulletin*.

M. **Moreels** confirme ses appréciations antérieures sur l'âge auquel on peut faire remonter la période néolithique en Belgique, à propos des découvertes de Xhoris.

La séance est levée à midi et demi.

Séance du 19 mai 1889.

M. Ad. Firket, vice-président, au fauteuil.

La séance est ouverte à 11 heures.

M. le président, baron O. van Ertborn, indisposé, fait excuser son absence.

M. Ad. Firket, qui préside, propose au nom du Conseil, de reproduire dans nos *Annales* la notice biographique que M. G. Dewalque a consacrée, dans l'*Annuaire* de l'Académie, à la mémoire de notre regretté confrère, F.-L. Cornet. — Applaudissements.

Le secrétaire général propose à l'assemblée, de voter des félicitations à M. J. Gosselet, membre honoraire, à l'occasion de sa nomination de chevalier de l'Ordre de Léopold. — Applaudissements.

Correspondance. — M. le président donne lecture d'une lettre qui lui a été adressée par MM. **Leborgne** et **Pagnoul** en annonçant l'envoi d'un second exemplaire des deux mémoires qu'ils ont publiés à l'appui de leur projet de distribution d'eau prise dans le Condroz et l'Entre

Sambre et Meuse (v. plus bas : *Ouvrages offerts*). Les honorables ingénieurs expriment le désir d'avoir l'avis d'hommes compétents à ce sujet, et prient la Société de bien vouloir examiner l'affaire. Ils sont disposés à donner tous les renseignements qu'ils possèdent, et à se rendre à Liége.

Cette lecture donne lieu à diverses observations, d'où il résulte notamment que l'examen dont il s'agit a déjà eu lieu, sur l'initiative des auteurs, à la *Société belge de géologie, d'hydrologie et de paléontologie* et que le résultat a été défavorable au projet. Dans ces conditions, l'assemblée décide qu'il n'y a pas lieu pour elle à intervenir dans le débat soulevé au sein d'un autre corps savant.

Mais, en refusant de soumettre cette affaire à une commission, la Société déclare expressément qu'elle laisse à tout membre qui le désirerait, la liberté de s'occuper personnellement de cette question et de se mettre directement en rapport avec les auteurs du projet, s'il le trouve convenable.

Le secrétaire général ajoute que les auteurs enverront volontiers les deux mémoires à tout membre qui en exprimera le désir.

Ouvrages offerts. — Les publications suivantes, parvenues depuis la dernière séance, sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

Berlin. K. preussiche Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, 1888, XXXVIII-LII.

Berne. Naturforschende Gesellschaft. *Mittheilungen*, n°s 1195-1224, 1888.

Bruxelles. Académie royale de Belgique. *Bulletin*, t. XXII, n°s 3, 4, 1889.

— *Annales des travaux publics de Belgique*, t. XLVI, cah. 3, 1889.

— *Bibliographie de Belgique*, année XIV, tables, 1888; année XV, nos 2*, 3, 1889.

— Société royale de médecine publique de Belgique. *Tablettes mensuelles*, mars 1889.

Budapest. Magyar nemzeti Muséum. *Termeszetrajzi füzetek*, vol. XII, 1889.

Catane. Accademia Gioenia di scienze naturali. *Bolettino mensile*, fasc. V, Marzo, 1889.

Genève. Société Helvétique des sciences naturelles. *Compte rendu des travaux présentés à la soixante-onzième session*, 1888. Extrait des *Archives des sciences physiques et naturelles.*

Harlem. Société hollandaise des sciences. *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, t. XXIII, livr. 2, 1889.

Lille. Société géologique du Nord. *Annales*, t. XVI, livr. 2 et 3, 1888-1889.

Lisbonne. Sociedade de geographia. *Boletim*, ser. VII, nos 11 et 12, 1887.

Londres. Royal Society. *Proceedings*, vol. XLV, n° 278.

Melbourne. *Natural history of Victoria. Prodromus of the zoology of Victoria*, Decade XVII, 1888.

Munich. Kön. bayer. Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, 1888, Heft III.

Naples. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. *Rendiconto*, vol. III, fasc. 3 et 4, 1889.

Newcastle U. T. North of England Institute of mining and mechanical Engineers. *Transactions*, vol. XXXVIII, parts I and II, 1889.

New Haven. *American journal of science*, ser. 3, vol. XXXVII, n° 221, 1889.

New York. *Science*, vol. XIII, nos 322-326, 1889.

Padoue. *Rivista di mineralogia e cristallografia*, vol. IV, 1889, vol. V, fasc, I, II, 1889.

Paris. Académie des sciences. *Comptes rendus*, t. CVIII, nos 14 à 18, 1889; *Tables du* t. CVII, 1888.

— *Feuille des jeunes naturalistes*, 19e année, no 223, 1er mai 1889.

— *Le Naturaliste*, 11e année, no 51 à 53, 15 avril 1889 à 15 mai 1889.

— Société minéralogique de France. *Bulletin*, t. XII, no 3, 1889.

— *Annales des Mines*, série 8, t. XIV, livr. 6, 1888.

Rome. Reale accademia dei Lincei. *Rendiconti*, vol. V, fasc. 1, 2, 3; 1889.

— Biblioteca nazionale centrale Vittorio Emmanuele. *Bolletino delle opere moderne straniere*. Vol. III, 1888, table; vol. IV, no 2, 1889.

Trieste. Società Adriatica di scienze naturali. *Bollettino*, vol. XI, 1889.

Turin. R. Accademia delle scienze. *Atti*, vol. XXIV, disp. 8-10; 1888-1889.

— Observatorio della regia università. *Bollettino*, année XXII, 1887.

Venise. Istituto veneto. *Atti*, t. VII, sér. VI, disp. 3, 4; 1888-89.

— *Notarisia*, année IV, no 14, 1889.

Vienne. Kais. Kön. geologische Reichsanstalt. *Verhandlungen*, nos 4, 5, 6; 1889.

* * Schweizerische Naturforschende Gesellschaft. *Verhandlungen*. 71e session, tenue à Soleure, 1887-1888.

DONS D'AUTEURS.

G. Cotteau. Réunion de la Société helvétique à Soleure (Suisse). Extrait du *Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, 2e semestre, 1888.

— Echinides éocènes de la province d'Alicante (Espagne). Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CVII; séance du 17 décembre 1888.

— Sur deux Echinodermes fossiles provenant de Thersakhan (Turkestan); (Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, t. CVII; séance du 18 février 1889).

Leborgne et *Pagnoul.* Projet de distribution d'eau potable, prise dans le Condroz et l'Entre-Sambre et Meuse, 1889.

J. Gosselet. Gîtes de phosphates de chaux. Extrait des *Annales de la Société géologique du Nord*, t. XVI, p. 64.

Dr A. von Koenen. Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Mollusken-Fauna, 1889.

Japetus Steenstrup. Mammuthyœger-stationen ved Prêmost i det osterrigcke Kronland Mähren, 1889.

Société belge de géologie. *Bulletin*, t. II, fasc. IX, 1888.

Communications. — M. **R. Malherbe** dépose sur le bureau la notice bibliographique dont il s'est chargé, à la demande de l'auteur, sur le mémoire de M. Fayol, *Lithologie et stratigraphie du terrain houiller de Commentry.* Il présente en même temps un travail, *Geogénie de la houille,*

dans lequel il discute particulièrement les théories nouvelles que propose M. Fayol. Ce travail, dont il a été déjà question, sera envoyé aux commissaires déjà nommés.

M. **J. Fraipont** communique à l'assemblée des restes d'*Eurypterus* provenant en partie de la collection de M. le professeur G. Dewalque. Ils ont été découverts par MM. Lohest, Braconier et Destinez dans les psammites du Condroz à Pont-de-Bone (Modave). Il donne ensuite lecture de la description de ces fossiles Ce travail a pour titre : *Eurypterus nouveaux du famennien* (Psammites du Condroz) *de Belgique.* Ce mémoire est renvoyé à des commissaires. Sont nommés MM. G. Dewalque, Briart et Lohest.

M. **Armand Jorissen** signale la présence d'une quantité notable d'acide borique dans les cendres de produits végétaux d'origine belge. M. Deltour, pharmacien, qui s'est occupé au laboratoire de l'Institut pharmaceutique de Liége, de la recherche du bore dans diverses denrées alimentaires, a constaté récemment que le vin de Huy pur, et le suc de poires épaissi (*vulgo* sirop) fabriqué au moyen de fruits récoltés dans les environs de Liége, fournissent des cendres relativement riches en acide borique.

Il n'est pas douteux que cet acide borique provienne du sol, bien que jusqu'à présent cette substance n'ait jamais été trouvée dans les minéraux de notre pays.

Les travaux entrepris depuis quelque temps par divers chimistes ont, du reste, montré que l'acide borique existe normalement dans certains vins américains et allemands, ainsi que dans beaucoup de végétaux.

M. **G. Dewalque** présente à l'assemblée un caillou de silex bien roulé, du volume et de la forme d'un gros œuf de pigeon, qui a été trouvé à Spa, à la surface du sol d'un

chemin qui longe la briqueterie près de la station. Les renseignements qu'il a cherché à obtenir sur son origine, n'ont pas abouti.

La première idée qui vient à l'esprit est de considérer ce caillou comme un silex de la crête de Hockay, roulé à l'époque quaternaire; comme le lieu d'origine ne serait distant que de quelques kilomètres, on aurait là un exemple d'usure et d'arrondissement très rapide.

Mais est-il quaternaire ou tertiaire? MM. G. Dewalque, M. Lohest, Ad. Firket et autres, présentent à ce sujet d'intéressantes observations.

La séance est levée à midi.

Séance du 19 juin 1889.

Présidence de M. le baron O. VAN ERTBORN.

La séance est ouverte à 11 heures.

Le procès-verbal de la séance du 19 mai est approuvé.

Présentation d'un membre.

Correspondance. — M. le prof. J. Gosselet remercie la Société pour les félicitations qu'elle lui a adressées.

Ouvrages offerts. — Les publications suivantes, parvenues depuis la dernière séance, sont déposées sur le bureau. Des remerciements sont votés aux donateurs.

Barnsley. Midland Institute of mining, civil and mechanical Engineers. *Transactions*, vol. XI, part CII, 1889.

Brême. Naturwissenschaftlicher Verein. *Abhandlungen*, Bd. X, Heft 3, 1889.

Bruxelles. *Bibliographie de Belgique*, année XV, n° 3*, 1889.

— Académie royale de Belgique. *Bulletin*, t. XVII, n° 5, 1889.

— Société royale belge de géographie. *Bulletin*, an XIII, n° 2, 1889.

— Société belge de microscopie. *Bulletin*, année XV, n°s II — VII, 1889.

— Société royale de médecine publique de Belgique. *Tablettes mensuelles*, avril, 1889,

Calcutta. Asiatic Society of Bengal. *Journal*, vol. LVI, part II, n° 5, 1887; vol. LXVII, part II, n° IV, 1888. *Proceedings*, n°s 9 and 10, 1888.

Cambridge. Museum of comparative Zoölogy. *Bulletin*, vol. XVI, n° 4, whole series, 1889; vol. XVII, n° 3, 1889.

Catane. Accademia gioenia di scienze naturali. *Bollettino mensile*, fasc. VI, aprile, 1889.

Delft. Ecole polytechnique de Delft. *Annales*, t. IV, livr. 4, 1888.

Halle s. S. Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen. *Zeitschrift für Naturwissenschaften*, vierte Folge, Bd. VII, Heft V, VI, 1888.

Lausanne. Société géologique suisse. *Recueil périodique*, n° IV, 1889.

Lisbonne. Sociedade de geographia. *Boletim*, ser. VIII, n°s 1 et 2, 1888-1889.

Londres. Geological Society. *Quarterly Journal*, vol. XLV, n° 178, 1889.

— Royal Society. *Proceedings*, vol. XLV, n° 279, 1889.

Mexico. Sociedad cientifica « Antonio Alzate » *Memorias*, t. II, cuad. 7-8, 1889.

Mons. Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut. *Mémoires et publications*, sér. V, t. I, 1889.

— Société des Ingénieurs sortis de l'école provinciale d'industrie et des mines du Hainaut. *Publications*, sér. II, t. XX, 2d bulletin, 1888-1889.

Munich. Königl. bayer. Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, Jahrg. 1889, Heft 1.

Naples. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. *Rendiconto*, ser. 2*a*, vol. III, fasc. 5, 1889.

New Haven. *American journal of science*, serie 3, vol. XXXVII, n° 222, 1889.

New York. *Science*, vol. XIII, nos 327 et 330, 1889.

Paris. Académie des sciences, *Comptes rendus*, tome CVIII, nos 19 et 22, 1889.

— *Feuille des jeunes naturalistes*, 19e année n° 224, 1er juin 1889.

— *Le naturaliste*, 11e année, n° 54, 1er juin 1889.

Pise. Società toscana di scienze naturali. *Processi verbali*, vol. VI, Adunanza del di gennaia et del di marzo 1889.

Rome. Reale accademia dei Lincei. *Rendiconti*, vol. V, fasc. 4, 1889.

Stuttgard. Verein für vaterländische Naturkunde. *Jahreshefte*, Jahrg. 45, 1889.

Venise. R. Instituto veneto. *Atti*, t. VII, ser. VI, disp. 5, 1888-89.

DONS D'AUTEURS.

Alph. Briart. Étude sur les dépôts gypseux et gypso-saliferiens, 1889. Extrait des *Annales de la Soc. géol. de Belg.*, t. XVI, Mémoires, 1889.

Ernest Favre et *Hans Schardt*. Revue géologique suisse pour l'année 1888. Extrait des *Archives des sciences de la Bibliothèque universelle*, mars et avril 1889, t. XXI.

Giuseppe Meneghini. Commemorazione, XXIV Marzo MDCCCLXXXIX.

Casimir Ubaghs. Le crâne de *Chelone Hoffmanni*. Extrait du *Bulletin de la Société belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie*, t. II, année 1888, *Mémoires*. Séance du 28 novembre, pp. 383-392.

Communications. — M. Stainier donne lecture d'un travail intitulé *Mélanges pétrographiques*. Sont nommés commissaires MM. G. Dewalque, Ch. de la Vallée et Ad. Firket.

Il donne lecture de la notice suivante, dont l'impression est décidée.

Flexion par le froid des têtes de bancs sur les pentes,

par X. Stainier, Dr en sciences naturelles.

Lorsque des bancs inclinés viennent affleurer sur des pentes, on a déjà maintes fois observé que les têtes de ces bancs présentent au voisinage de la surface une allure particulière. A une faible distance de la surface, ces bancs sont déviés de leur inclinaison et repliés vivement dans le sens de la pente du sol où ils affleurent. Lors de l'excursion de la Société géologique de Belgique à Dinant, en 1888, on a eu l'occasion d'en observer un remarquable exemple à Yvoir, dans les bancs de calcaire carbonifère que l'on exploite en face de la station (rive droite).

Les hypothèses les plus diverses ont été émises pour

expliquer ces phénomènes, mais tout récemment, M. Davison vient de publier une note intéressante, où il se range nettement parmi ceux qui attribuent ces phénomènes à l'action de la gelée (1).

Déjà en 1875, M. Herr (2) avait observé à Philadelphie des faits en tout semblables, et sans en expliquer le mécanisme, il en avait recherché la cause dans l'action de la gelée. Il comparaît même la croute du sol à un véritable « glacier de terre » (*Earth-glacier*), descendant les pentes comme un glacier ordinaire.

M. Davison a cherché à analyser le mode d'action du froid et à vérifier expérimentalement ses conclusions.

Par suite des infiltrations, les eaux météoriques pénètrent dans le sol jusqu'à une certaine profondeur dans les bancs inclinés et lorsque survient le froid, ces eaux se gèlent et éprouvent une notable dilatation. Ne pouvant se dilater latéralement par suite des pressions que les roches exercent les unes sur les autres, celles-ci ne peuvent se dilater que vers la surface et normalement à celle-ci. Lorsqu'arrive le dégel, les roches se rétractent, non dans leur direction primitive et inclinée, mais cette fois verticalement, sous l'influence de la pesanteur et dans le sens de la pente. Par des alternances successives de gel et de regel, cette flexion s'accuse de plus en plus.

Enfin, M. Davison a reproduit expérimentalement et avec succès tous les détails du phénomène.

Ces études pourront jeter un grand jour sur les faits analogues que l'on a observés chez nous. MM. Davison et Herr ont, il est vrai, fait leurs observations sur des couches meubles ou décomposées, mais on sait combien nos pierres calcaires se laissent imprégner par les eaux météoriques

(1) *Treeping of soil-cap by frost. Geological Magazine*, juin 1889.
(2) *American journal of science and arts*, 3e sér., t. XXI.

et sont ensuite sensibles aux influences de la gelée. Elles sont donc parfaitement susceptibles de présenter, mais d'une façon moins accusée, les phénomènes étudiés par les savants précités.

M. **Lohest** fait remarquer que l'on a invoqué souvent une action glaciaire pour expliquer ces formes de couches. Il est à noter que, si l'inclinaison de la couche est contraire à la pente, alors l'interprétation de Davison n'est plus possible.

M. **Dewalque** a montré souvent des cas d'inclinaisons de ce genre dans les excursions qu'il a faites avec les élèves. Il en est question dans le compte rendu de l'excursion de la Société à Spa, à propos des phénomènes glaciaires.

M. **Spring**. — Il s'agit d'une sortie considérable de roche, ce qui suppose l'introduction d'une énorme quantité d'eau, pour que cet effet puisse être produit par la congélation. De nos jours, l'eau ne se congèle qu'à une très faible profondeur dans les roches et les terres, même en Sibérie. L'explication de M. Davison est difficile à admettre.

M. **Stainier**. — En Belgique, il y a de telles couches qui n'ont pas plus de deux mètres d'épaisseur.

M. **Dewalque** ne pense pas que la gelée puisse se faire sentir à deux mètres de profondeur.

M. **Briart**. — On a cité des cas où, sur un des versants de la vallée, il y a un affaissement des bancs, tandis que, sur le versant opposé, il y a redressement. Cela prouve que, admettant l'action glaciaire, la vallée aurait été transversale à la marche du glacier, cas qui doit être tout à fait exceptionnelle. Si de tels faits existaient en Belgique, je n'hésiterais plus à admettre l'action glaciaire, qui, dans l'état actuel des choses, me paraît beaucoup plus probable que l'action de la gelée.

M. Stainier donne lecture des notes suivantes, dont l'insertion est décidée au procès-verbal.

Oldhamia antiqua *dans le cambrien du Brabant,*

par X. Stainier, docteur en sciences naturelles.

C'est en 1881 que M. Malaise signala, pour la première fois, la présence de l'*Oldhamia radiata* dans les phyllades de l'assise de Tubize, à Mont St-Guibert. Depuis lors, il l'a également découverte à Rodenem (Hal) dans les mêmes couches. J'ai retrouvé à Mont St-Guibert trois nouveaux gisements que je crois utile de signaler, vu l'importance qui s'attache à la présence des *Oldhamia* dans le terrain ardoisier du Brabant :

1° J'ai trouvé de nombreux et beaux spécimens dans les déblais obtenus en creusant les fondations de la maison Duchène, tout près de la place et au centre du village. La roche était un phyllade tendre, zonaire et aimantifère.

2° J'en ai également trouvé dans l'ancienne carrière du Baudet, en face du moulin à sable, rive droite de l'Orne.

3° Enfin, j'en possède un bel exemplaire, recueilli dans le profond chemin creux appelé la Chaussée, qui de la ferme de l'Hôpital se dirige vers le Chemy, et ce, à environ 600 mètres à l'ouest de l'église.

Tous les fossiles que j'ai recueillis dans ces trois gisements se rapportent à l'*Oldhamia antiqua,* facile à distinguer de l'*O. radiata.*

En Irlande et à Haybes (devillien du massif de Rocroi), on trouve également les deux espèces dans le même gisement.

Cardita planicosta *dans les sables à* Isocardia cor *à Anvers,*

par X. Stainier, docteur en sciences naturelles.

Lors du creusement des nouveaux bassins sur l'emplacement de la citadelle du Nord, à Anvers, en 1885, j'ai trouvé dans les sables à *Isocardia cor* trois exemplaires de *Cardita planicosta.*

Ce n'est pas la première fois que l'on fait mention de pareille découverte. Déjà en 1874, M. Cogels avait rencontré le même fossile dans les mêmes couches (¹).

La *Cardita planicosta* se trouve en place et est très commune dans les sables d'Aeltre. Ceux-ci viennent affleurer au bord de la mer du Nord ; aussi, sur la plage entre Ostende et le Zwyn, on trouve de grandes quantités de ces *Cardita* qui y ont été jetées par les flots. Or, mes exemplaires d'Anvers sont roulés, brisés, et montrent quantité de perforations de mollusques lithophages; en un mot, ils présentent la ressemblance la plus frappante avec les *Cardita* qui se rencontrent sur nos côtes actuelles, comme nous l'avons dit plus haut. Il semble donc tout naturel de croire que nos *Cardita* d'Anvers ont aussi été jadis arrachées de leur gisement par les eaux de la mer des sables à *Isocardia cor*, alors que celle-ci baignait l'affleurement des sables d'Aeltre. Or, actuellement, cet affleurement se trouve à une grande distance au sud de la limite méridionale des sables à *Isocardia cor.* On est donc conduit à admettre que ceux-ci ont eu jadis une plus grande extension vers le Sud.

D'ailleurs, les sables diestiens, qui ne sont qu'un facies littoral des sables à *Isocardia cor*, s'étendent, eux, encore

(¹) *Ann. Soc. Malac. de Belgique*, t. II, 1874.

beaucoup plus au Sud [1]. On ne s'étonnera pas, au reste, de voir les sables à *Isocardia cor* si réduits de nos jours, quand on songe à l'énorme érosion que le quaternaire inférieur a opéré sur les sables d'Anvers.

M. le baron O. **van Ertborn** donne lecture de la note suivante, dont l'insertion au procès-verbal est décidée.

En 1886, il y eut une polémique au sujet du niveau hydrostatique du puits artésien des Glacières, à St-Gilles, lez-Bruxelles [1].

L'hiver dernier, à la suite d'une quinzaine de jours de repos, la pompe fut mise en marche un peu brusquement et le puits fut ensablé sur 71 m. de hauteur, soit de 119 m. à 48 m. Le sable était celui que l'on trouve parfois parmi les cailloux verdis, au contact des roches primaires.

Le puits, quoique libre de la surface jusque 48 m. de profondeur, ne donnait plus une goutte d'eau. Il s'en suit à l'évidence qu'il n'est pas alimenté par la nappe aquifère du sable bruxellien qui s'étend de 18 à 28 m. sous la surface du sol aux Glacières.

Après le curage des sables, le puits a repris son débit primitif de 300 litres par minute.

A la prison cellulaire de St-Gilles, voisine des Glacières, le niveau hydrostatique du puits artésien s'équilibre également à la cote 60; au dépôt du tram à vapeur à Ixelles, à la cote 61, et au nouveau puits artésien de la brasserie Lannoy, à Ixelles, à la cote 33.

Il paraîtrait qu'un puits artésien foré à la brasserie d'Auderghem aurait son niveau hydrostatique à la cote 65 et celui de la brasserie Van den Perre, avenue Livingstone, à la cote 31.

En revanche, sur la rive gauche de la Senne, l'eau du

[1] Cf. E. Van den Broeck, *Bulletin Soc. belge de Géologie*, t. I, 1886.

puits artésien de la brasserie Van den Heuvel, chaussée de Ninove, s'équilibre à la cote 7. Ce puits a sa source dans une fissure du quarzite silurien. Cette source est d'une abondance extraordinaire.

On constate donc dans le sous sol de Bruxelles des anomalies, dues probablement à des solutions de continuité dans les nappes aquifères, dont les lambeaux affleurent à des niveaux différents.

M. le prof. **A. Renard** écrit ce qui suit au secrétaire général :

Mon cher confrère, je viens de lire avec beaucoup d'intérêt, dans le dernier procès-verbal de la Société Géologique de Belgique, la note de M. Jorissen, relative à la présence de l'acide borique dans des cendres de produits végétaux d'origine belge. Je crois que la source de cet acide se trouve dans la *Tourmaline*, si fréquente dans les roches belges (je l'ai signalée un peu partout, dans les phyllades, les schistes, les grès, et je la retrouve dans *tous les sables tertiaires*, sous la forme de petits cristaux, associée au zircon, au rutile, à l'anatase, etc.) Cette tourmaline est la brune, mais toutes les variétés donnent, ainsi que celle dont il s'agit, jusqu'à 11 °/₀ d'acide borique. Si vous croyez que cela en vaut la peine, vous pourrez communiquer cette observation à la prochaine séance de la Société.

Communication préliminaire sur l'extension du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournay et Renaix,

par É. Delvaux.

Grâce aux nombreux forages exécutés en ces dernières années à Renaix, Flobecq, etc., nous avons pu faire

connaître d'une manière complète (1) la constitution du sous-sol de la région. Partout l'absence du calcaire carbonifère, si largement développé et exploité à quelques kilomètres au S., aux environs et dans la ville de Tournay, où il affleure et atteint la cote d'altitude 27, a été constatée; il nous incombait de rechercher la limite d'extension de cette importante formation vers le Nord et, avec l'espoir d'y parvenir, nous suivions très attentivement tous les travaux d'art ou de forage, chaque jour plus nombreux, qui s'exécutent dans la contrée.

L'un de ces derniers vient de nous offrir enfin la solution du problème : nous nous empressons de la communiquer à nos confrères. On trouvera ci-dessous la coupe sommaire d'un puits artésien, actuellement en voie d'exécution, qui a atteint le calcaire carbonifère vers la cote — 15 (sous le niveau de la mer). Nous la faisons connaître dès aujourd'hui pour prendre date, nous réservant la publication complète et détaillée de ce forage lorsque les travaux auront pris fin.

Puits artésien de M. Boucart, brasseur à Beaureux (2) hameau de l'Arc-Ainières entre Tournay et Renaix. Long. Est, 340 m. ; lat. Nord, 10 m. ; alt. de l'orifice, 45m50.

(1) É. Delvaux. Les puits artésiens de la Flandre. Etude des données fournies à la stratigraphie et à l'hydrographie souterraine par les forages exécutés jusqu'à ce jour dans la région comprise entre la Lys, l'Escaut et la Dendre. Liége, 1883 à 1888.

(2) Origine des coordonnées à compter du moulin à vent le Beaureux, hameau de Arc-Ainières.

Moderne et Quaternaire.	Remanié de surface, etc.	4m	0	à 4	45.50	à 41.50	
Tertiaire.	Yprésien infér. argile.	35m	4	39	41.50	6.50	
	Landenien sup. sable glauc.	18.20	39	57.20	6.50	12.30	
	Landenien, gravier, silex verdis.	0.80	57.20	58.00	12.30	13.10	
Crétacé.	Marne glauconifère.	1.50	58.00	59.50	13.10	14.60	
	Dièves.	0.50	59.50	60.00	14.60	15.10	
Primaire.	Eléments clastiques de surface.	0.15	60.00	60.15	15.10	15.25	
	Calcaire carbonifère (1) en place.	?	60.15	?	15.25	?	

OBSERVATIONS. Les échantillons qui ont servi à notre détermination, nous ont été gracieusement offerts par le propriétaire, M. Boucart et transmis par notre collègue, M. Dupont.

(Les travaux ont pénétré jusqu'à ce jour de 3 m. dans le carbonifère).

N.-B. Si les renseignements que nous possédons sont exacts, le calcaire carbonifère se termine en biseau à une faible distance au sud du thalweg de la Rhasne. Il repose immédiatement sur les tranches redressées du silurien.

La séance est levée à midi 1/2.

(1) Traité par les acides, notre calcaire se dissout complètement, avec une vive effervescence, ne laissant qu'un faible résidu, noir, pulvérulent, constitué de matières organiques. É. Delvaux, 15 juin 1889.

Séance du 21 juillet 1889.

M. Ad. Firket, vice-président, au fauteuil.

La séance est ouverte à 11 heures.

M. le baron O. van Ertborn, président, fait excuser son absence.

Le procès-verbal de juin est approuvé avec une modification demandée par M. Briart. L'assemblée décide que les deux communications y annexées prendront place dans ce procès-verbal.

A la suite de la décision du Conseil, en date de ce jour, M. le président proclame membre de la Société :

MM. Solvay et Cie, industriels, 19, rue du Prince Albert, à Bruxelles, présentés par MM. G. Dewalque et J. Fraipont.

M. le président annonce ensuite six présentations.

Le secrétaire général dépose sur le bureau le 2e fascicule du t. XIV et le 1er fascicule du t. XVI des *Annales* de la Société.

Vu l'importance de ce dernier fascicule, qui comprend près de 500 pages et 14 planches, dont plusieurs doubles, il propose à l'assemblée, au nom du Conseil, de décider que les mémoires qui n'y sont pas compris, seront renvoyés au tome XVII. On continuerait, d'ailleurs, l'impression des articles admis et les auteurs recevraient leurs tirés à part. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Le 2e fascicule du t. XVI comprendra la fin du *Bulletin*, le compte rendu de la session extraordinaire tenue à Dinant, la *Bibliographie* et les tables.

Ouvrages offerts. — Les publications suivantes sont

déposées sur le bureau. Des remercîments sont votés aux donateurs.

Angers. Société d'études scientifiques. *Bulletin*, année XVII, 1887.

— Société nationale d'agriculture, sciences et arts. *Mémoires*, série 4, tome 2, année 1888.

Berlin. Gesellschaft für Erdkunde. *Verhandlungen* B^d XVI, n°s 2-6, 1889. — *Zeitschrift*, B^d XXIV, n°s 140-141, 1889. — *Mittheilungen von Forschungreisenden und Gelehrten*, B^d, II, H^te 2, 1889.

— Afrikanische Gesellschaft. *Mittheilungen*, B^d V, H^te 3, 1889.

— K. preussische Akademie der Wissenschaften. *Sitzungberichte* I-XXI, 1889.

Boston. Society of natural history. *Proceedings*, vol. XXIII, parts III, IV, 1888.

Bruxelles. Académie royale des sciences. *Mémoires couronnés et autres mémoires*, collection in-8°, tome XLII, avril 1889.

— *Bibliographie de la Belgique*, an. XV, n° 5, 1889.

— Société royale belge de géographie. *Bulletin*, an. XIII, n° 3, 1889.

— Société belge de microscopie. *Annales*, t. XII, an. 1885-1886.

— Société royale de médecine publique. *Tablettes mensuelles*, mai 1889.

Budapest. Kön. ungarische geologische Anstalt. *Mittheilungen*, B^d VIII; H^te 7, 8, 1889. *Publicationen*. Ludwig Petrik : Der hollohazaer (Radvanger) Rhyolith-Kaolin, 1889. *Jahresbericht* für 1887. *Zeitschrift*, B^d XIX, n°s 1-6, 1889.

Calcutta. Geological Survey of India. *Records*, vol. XXII, part 2, 1889.

Cambridge (**E. U.**) Museum of comparative zoölogy. *Bulletin*, vol. XVI, n° 5, 1889.

Dantzig. Naturforschende Gesellschaft. *Schriften*, B^d XVI, Heft 3, 1889.

Darmstadt. Verein für Erdkunde. *Notizblatt*, Folge IV, Heft 9, 1888.

Dax. Société de Borda. *Bulletin*, année XIV, trimestre 2^d, 1889.

Dijon. Académie des sciences, arts et belles-lettres. *Mémoires*, sér. 3, t. X, 1887.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft. *Berichte*, XXVI, 1889.

Halle s. S. Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen. *Zeitschrift für Naturwissenschaften*, vierte Folge, Achter B^d, Heft erste, 1889.

Leipzig. Verein für Erdkunde. *Mittheilungen*, 1888.

Lille. Société géologique du Nord. *Annales*, t. XVI, livr. 4, 1888-1889.

Londres. Royal Society. *Proceedings*, vol. XLVI, n° 280, 1889.

— Mineralogical Society. *Mineralogical Magazine and Journal*, vol. VIII, n° 39, 1889.

Lyon. Société des sciences industrielles. *Annales* 1889, fasc. 5.

Metz. Académie. *Mémoires*, sér. 3, an XV, 1885-1886.

Meriden. Scientific association. *Transactions*, vol. III, 1887-1888.

Modène. Società dei naturalisti. *Atti*, ser. III, vol. VIII, an. XXIII, fasc. 1, 1889.

Nancy. Académie Stanislas. *Mémoires*, sér. 5, t. II, 1885.

— Société des sciences. *Bulletin*, sér. II, t. IX, fasc. XXII, 1888.

Naples. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. *Rendiconti*, in-4°, anno XXVII, série 2e, vol. II, fasc. 1-12, 1888.

New Haven. *American Journal of science*, vol. XXXVIII, n° 223, 1889.

New York. *Science*, vol. XIII, nos 331-334, 1889.

Paris. Académie des sciences. *Comptes rendus*, t. CVIII, nos 23-25; t. CIX, nos 1-2, 1889.

— *Feuille des jeunes naturalistes*, an XIX, n° 225, 1889.

— Société minéralogique de France. *Bulletin*, t. XII, n° 4, 5, 1889.

— Société géologique de France, *Bulletin*, sér. 3, t. XVI, nos 9-10, 1888 ; t. XVII, n° 1, 1889.

— *Le naturaliste*, an. 11, sér. 2, nos 55, 56, 57, 1889.

Pise. Società toscana di scienze naturali. *Atti*, *Processi verbali*, vol. VI, maggio 1889.

Rome. Reale accademia dei Lincei, *Atti*, *Rendiconti*, ser. 4, vol. V, fasc. 5, 6, 1889. *Atti*, *Memorie*, in-4°, ser. 4, vol. III, 1886; vol IV, 1887.

— Società geologica italiana. *Bollettino*, an. VIII, vol. VIII, fasc. 1, 1889.

St-Louis. Academy of science. *Transactions*, vol. V, nos 1 and 2, 1886-88.

Strasbourg. Commission für die geologische Landes-Untersuchung von Elsass-Lothringen. *Mittheilungen*, Bd II, Heft I, 1889.

Toulouse. Académie des sciences. *Mémoires*, sér. 8, t. X, 1888.

Turin. R. accademia delle scienze. *Atti*, vol. XXIV, disp. 11, 12, 1888-89.

Venise. R. Istituto veneto. *Atti*, ser. 3, t. VII, disp. 6, 1888-89.

Vienne. K. K. Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, B^d XCVII, H^te 1 bis 5, 1888

— K. K geologische Reichsanstalt. *Verhandlungen*, n° 9, 1889.

— Verein der Geographen. *Bericht*, XIV. Vereinsjahr 1888.

Wurzbourg. Physikalisch-medecinische Gesellschaft. *Sitzungsberichte*, Jahrg. 1888; *Verhandlungen*, Neue Folge, XXII B^d, 1889.

DONS D'AUTEURS.

Bergeron, J. Sur la présence de la faune primordiale (Paradoxidien) dans les environs de Ferrals-les-Montagnes (Hérault). Extrait des *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, t. CVI; séance du 30 janvier 1888.

Edward S. Dana. Contributions to the petrography of the Sandwich islands. From the *American Journal of science*, vol. XXXVII, 1889.

Forir, H. Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique, IV. Troisième note sur des poissons et crustacés nouveaux ou peu connus, 1889.

— Traduction faite sur le manuscrit de G. F. Mathew, M. A. F. R. S. C. *Sur le développement des premiers trilobites.*

Fraipont J. Laurent-Guillaume De Koninck, sa vie et ses œuvres, 1889.

— et *Tihon F.* Explorations scientifiques des cavernes de la vallée de la Méhaigne, 1889.

Hébert. Remarques sur la zone à Belemnitella plena. Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*, sér. 3, t. XVI, p. 485, 1888.

— Le terrain crétacé supérieur des Pyrénées (suite). Etage sénonien des Pyrénées occidentales, 1888.

Jacquot E. Sur la constitution géologique des Pyrénées : le système triasique.

Marcou J. On some dates of the « Report on the geology of Vermont. » From the *Proceedings of the Boston Society of natural History*. Vol. XXIII, 1888.

— Canadian geological classification for the province of Québec. From the *Proceedings of the Boston Society of natural History*. Vol. XXIV, 1889.

— Barrande and the Taconic System. From *The American geologist*, February , 1889.

— The original locality of the Gryphœa Pitcheri, Morton. From *The American geologist*, March, 1889.

Rapports. — Lecture est donnée du rapport de M. Malaise sur le travail de M. Stainier relatif à la *diabase de Mozet*. Conformément aux conclusions des trois commissaires, l'impression est ordonnée.

Il est ensuite donné lecture des rapports de MM. G. Dewalque, Ch. de la Vallée Poussin et Ad. Firket sur les *Mélanges pétrographiques* présentés par M. X. Stainier. Conformément aux conclusions de ces rapports, l'assemblée vote l'impression de cet article dans les *Mémoires* et des remercîments à l'auteur. Le secrétaire général s'entendra avec celui-ci pour remplacer par une planche les trois photographies jointes à son travail.

Conformément aux conclusions des rapports de MM. G. Dewalque, Ch. de la Vallée Poussin et M. Lohest, l'assemblée vote l'impression de la note de M. G. Schmitz sur les

Sables de Rocour. Le secrétaire général est chargé de s'entendre avec l'auteur pour un dessin à joindre à ce travail, d'après les photographies qui l'accompagnent.

Conformément aux conclusions des rapports de MM. G. Dewalque, A. Briart et M. Lohest, l'assemblée décide que le travail de M. J. Fraipont sur les *Eurypterides du famennien de Belgique*, sera inséré dans les *Mémoires* avec la planche qui y est annexée. Des remercîments sont votés à l'auteur.

Communications. — M. A. Jorissen présente quelques observations au sujet de la communication de M. le professeur Renard, sur la présence de quantités notables de tourmaline borifère dans certaines parties du sol de la Belgique.

Bien qu'il ne paraisse pas douteux que l'acide borique retiré des cendres des végétaux de certaines régions provienne de ce minéral, il convient de faire remarquer que divers chimistes, qui se sont occupés de la question dans d'autres pays, n'ont pu parvenir à retirer ce composé du sol, ce qui autorise à supposer que le bore ne s'y trouvait qu'en très faible quantité.

M. G. Cesàro présente des échantillons de pyrite au sujet desquels il fait la communication suivante.

Pyrite de Couthuin (Mine de la Société de Sclessin).

$$\frac{1}{2}\, b^2, a^1, \frac{1}{2}\left(b^1\, b^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{3}}\right).$$

Par G. Cesaro.

Icosaèdres $\left(\frac{1}{2}\, b^2,\ a^1\right)$ portant d'étroites facettes de tronca-

ture sur les arêtes d'intersection de l'octaèdre et de l'hexadièdre.

Les faces de $\frac{1}{2}\,b^2$ sont bien réfléchissantes, celles de a^1 donnent des images peu nettes. La facette de troncature fait avec $\frac{1}{2}\,b^2$ un angle approximatif de 16°35'.

L'équation de la zone $a^1\,b^2$ (*111*, *012*) est :

$$x + z = 2\,y.$$

Si φ est l'angle qu'une face de cette zone fait avec a^1, on a :

$$\frac{x}{y} = 1 - \sqrt{\frac{3}{2}}\,tg\varphi.$$

L'angle de *012* avec a^1 sera donc donné par $tg\varphi_1 = \sqrt{\frac{2}{3}}$ et $\varphi_1 = 39°14'$. Il s'ensuit que la facette de troncature fait avec a^1 un angle $\varphi = 22°39'$ et que, par conséquent, $\frac{x}{y} = 0{,}49$. Ainsi, $xyz = 123 = b^1\,b^{\frac{1}{2}}\,b^{\frac{1}{3}}$.

Calculé : (*123*, *111*) = 22°12',5.

M. G. Lohest donne lecture d'une note sur les *Dépôts marins tertiaires des Hautes Fagnes*. L'assemblée décide qu'elle sera imprimée dans les *Mémoires*.

Le même membre présente ensuite deux échantillons recueillis par M. Destinez.

L'un d'eux est un gros *Productus*. Il contient à l'intérieur une géode à cristaux de calcite, sur lesquels on observe de l'anthracite en lamelles. Il provient de Visé.

L'autre a été trouvé à Chokier. C'est le corps d'un poisson appartenant sans aucun doute au genre *Megalichthys*.

Un spécimen de ce genre a été découvert antérieurement

à Chokier par L.-G. de Koninck, qui l'a désigné sous le nom de *M. Agassizianus*. Si les souvenirs de M. Lohest sont exacts, L.-G. de Koninck lui aurait dit que cet échantillon était incomplet, la tête seule étant conservée. Ce fossile, qui se trouve actuellement au Musée de Cambridge, aux Etats-Unis, n'aurait jamais été décrit.

M. Faucan donne lecture de la note suivante.

Analyse quantitative du Pouhon de Hourt (Grand Halleux),

par J. Faucan.

Lors de la dernière excursion du cours de géologie, M. G. Dewalque, après avoir fait observer à ses élèves le Pouhon de Hourt (Grand Halleux), m'engagea à en faire une analyse pour nos *Bulletins*.

J'ai l'honneur de communiquer à la Société les résultats de ce travail, qui a été conduit d'après la marche générale indiquée par MM. Chandelon, Donny, Kupfferschlaeger et Swarts dans le remarquable rapport qu'ils présentèrent autrefois, sur les eaux de Spa, au Conseil communal de cette ville.

Pour accélérer les opérations, les prises d'essai ont été faites de deux ou trois litres seulement.

J'ai trouvé par litre :

Bicarbonates alcalins.	0,252 gr.
Bicarbonate de calcium ($Ca\,C^2\,O^5$).	0,5234 gr.
Id. de magnésium . . .	0,1465 gr.
Id. de fer	0,0214 gr.
Id. de manganèse (traces)	
Chlorure de sodium	0,1225 gr.
Sulfate de sodium	0,0029 gr.
Silice	0,0251 gr.
Alumine (traces)	
Résidu total	0,818 gr.

M. G. Dewalque lit les deux notices suivantes.

Une rectification au sujet de DREISSENSIA,

par G. DEWALQUE.

Dans mon article : *Sur l'orthographe du nom* DREISSENSIA [1], j'ai mis tous mes soins à donner tous les renseignements relatifs aux premiers documents dans lesquels ce nom a été employé. Le reste était moins important. Peu familier, d'ailleurs, avec les ouvrages de zoologie pure, il m'est arrivé de commettre une erreur que je désire rectifier.

J'ai attribué à tort à M. le Dr Fischer le mérite d'avoir, le premier dans ces dernières années, redressé l'erreur de l'orthographe vulgaire. Ce mérite revient à M. J. Locard. En effet, on lit à la page 300 de son *Catalogue général des mollusques vivants de France, mollusques terrestres, des eaux douces et des eaux saumâtres*, Lyon-Paris, 1882 :

DREISSENSIDÆ.

Genre *Dreissensia*, van Beneden.

« Ce genre ayant été dédié à Dreissens, il convient, d'après les règles de la nomenclature, d'écrire *Dreissensia* et non *Dreissena*. »

Vient ensuite la liste des trois espèces connues en France, avec leurs synonymies et leurs habitats, savoir :

Dreissensia fluviatilis, Bourguignat.
Dreissensia cochleata, J. de Guerne.
Dreissensia Belgrandi, Bourguignat.

[1] *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XIV, 1887, *Bull.*, p. CXXV.

Le Trou du Pouhon, à la Reid,

par G. DEWALQUE.

J'ai visité dernièrement, sous la direction de M. le Dr A. de Damseaux, inspecteur des eaux minérales de Spa, une petite source ferrugineuse qui n'est guère connue que des chasseurs. Elle est située sur le territoire de La Reid, à un demi-kilomètre au nord du château de la Fagne-Maron, au bord d'un petit ruisseau qui descend à Winamplanche. Elle a été captée anciennement, d'une manière fort primitive; mais elle est complètement abandonnée. Elle dégage des bulles d'anhydride carbonique; son débit est insignifiant, mais quelques travaux de curage suffiraient, sans doute, à l'augmenter notablement. Un dosage au permanganate de potassium a fait reconnaître 0gr,022 de bicarbonate de fer par litre.

Cette source est sans doute celle dont parle M. le Dr Poskin (1) sous le nom de Trou du Pouhon; seulement, il faudra lire « ruisseau descendant *à* Winamplanche », au lieu de « *de* Winamplanche», et « 1/2 kilom. », au lieu de « 1 1/2 kilom. ». M. Poskin rapporte une analyse récente, due à un savant chimiste de Bruxelles, et accusant seulement 0gr,0017 de carbonate ferreux par litre, soit 0,0023 de bicarbonate. Le résidu total est de 0gr,5189, dont 0,1822 de nitrate de chaux! Le rapport nomme ce pouhon source d'*Ostwalmax*: ce nom est inconnu à toutes les personnes à qui j'en ai parlé (2).

(1) Les sources minérales de la Belgique, p. 372-373. *Bull. Soc. belge de géologie*, t. II, 1888.

(2) Depuis que ce procès-verbal a été distribué en épreuves, on m'a donné les renseignements suivants. C'est la propriétaire Mme la baronne Osten, qui a donné le nom d'Ostwalmax à cette source. Ce nom est formé par la première syllabe du nom de la propriétaire, suivie de celles des prénoms de ses deux neveux. (G. D.)

Commission de comptabilité. — La Commission chargée de contrôler les comptes du trésorier sera composée de MM. A. Gilkinet, A. Jorissen, Kupfferschlaeger, Marcotty et Ronkar. La même commission est chargée d'examiner l'état de la bibliothèque.

Excursion annuelle. — M. G. Dewalque comptait proposer une excursion dans les Ardennes françaises : il y renonce en présence de l'abstention de certains confrères dont la présence lui paraît indispensable.

M. M. Lohest propose de se joindre à l'excursion que la Société géologique de France va faire à Paris Cette proposition est rejetée.

Après discussion, on convient que l'excursion aura lieu dans le Brabant et l'on charge le secrétaire général de prendre les dispositions nécessaires, d'accord avec MM. Briart, Malaise et Ch. de la Vallée Poussin.

Cette session est fixée aux 8-10 septembre.

La séance est levée à 1 heure.

COMPTE RENDU

DE LA

SESSION EXTRAORDINAIRE

DE LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

TENUE A DINANT

les 1er, 2, 3 et 4 septembre 1888.

Séance du 1er septembre 1888.

La Société s'est réunie à 8 heures du soir dans la salle du dôme de l'hôtel de Ville de Dinant, mise gracieusement à sa disposition par l'administration communale de la Ville, à laquelle sont adressés d'unanimes remerciements.

Étaient présents à cette réunion préparatoire :

MM. L. Bayet,
A. Briart,
P. Cogels,
J. Crocq,
G. Dewalque,
H. de Dorlodot,
J. Faucan,
Ad. Firket,
H. Forir,
J. Fraipont,
E. Hennequin,
M. Lohest,
C. Malaise,
X Stainier,
R. P. Tras,
C. de la Vallée Poussin,
et H. Witmeur,

membres de la Société.

MM. F. Bulens, membre de la Société des Naturalistes dinantais,
Coyon, professeur pensionné à l'athénée de Dinant, président de cette société,

MM. L. Fredericq, professeur à l'université de Liége,
J. Gardeur,
Lebrun, professeur à l'école moyenne de Dinant,
Mahutte, professeur à l'athénée de Dinant,
Marloye, professeur à l'école moyenne de Dinant, tous quatre membres de la Société des Naturalistes dinantais,
Moisin, pharmacien à Dinant, secrétaire de la même société.
Stirling, professeur à l'université de Manchester,
et Ch. de la Vallée Poussin, élève-ingénieur, à Louvain,

ont également pris part aux travaux de la session extraordinaire.

M. le président de la Société des Naturalistes dinantais souhaite la bienvenue à la Société géologique, qu'il est heureux de voir réunie à Dinant dans le but de résoudre l'un des problèmes les plus difficiles et les plus controversés de la géologie de la Belgique.

M. G. Dewalque le remercie au nom de l'assemblée et invite les membres de la Société dinantaise à prendre part à la session.

On procède ensuite à la constitution du bureau.

M. Crocq est nommé président à l'unanimité.

MM. Briart et Hennequin, désignés d'abord comme vice-présidents, refusent ce mandat, n'étant pas sûrs de pouvoir assister à toute l'excursion. Ils sont remplacés par MM. Dewalque et Malaise.

M. de la Vallée Poussin est chargé de rédiger le compte rendu de la session.

Il sera assisté par MM. Forir et Lohest, désignés comme secrétaires.

Les membres nommés à ces diverses fonctions remercient successivement l'assemblée.

M. Dewalque distribue le tableau autographié de la dernière légende du calcaire carbonifère publiée par M. Dupont (1).

M. Hennequin offre à chaque membre un exemplaire de la carte au 40.000e des environs de Dinant, tiré spécialement en vue de l'excursion. Il fait remarquer que ces cartes ont été complétées récemment par un procédé nouveau. Outre le canevas noir de la carte au 40.000e, les routes sont indiquées en rouge, les cours d'eau en bleu et les parties boisées et déboisées depuis la confection du canevas, en jaune et en bistre. Ce procédé permet de tenir continuellement au courant les planchettes tirées en noir.

M. Crocq, président, remercie MM. Dewalque et Hennequin au nom de l'assemblée.

« La parole est ensuite donnée à M. **de la Vallée Poussin** (2) pour exposer un plan d'excursions dans les calcaires carboniériens des environs de Dinant. M. de la Vallée rappelle en quelques mots les travaux déjà anciens de M. Dupont sur cette région, et en particulier sa carte géologique de 1865 avec les mémoires et notes à l'appui ; œuvres remarquables, parce qu'elles apprenaient l'existence, au milieu des calcaires carbonifères, de masses considérables auparavant méconnues et possédant une constitution spéciale qui les distinguait des ensembles désignés comme groupe de Visé et groupe de Tournai. La carte de M. Dupont était remarquable aussi, parce qu'elle est un des premiers exemples à citer dans la science du levé stratigraphique détaillé d'un étage paléozoïque, exécuté dans une area exceptionnellement tourmentée et disloquée.

« Toutefois, la carte renfermait des erreurs nombreuses. L'auteur, qui avait bien vu, dans plusieurs circonstances,

(1) Voir ce tableau, pp. CVIII et CIX.

(2) Tout ce qui appartient à la rédaction de M. de la Vallée Poussin dans présent compte rendu, est précédé d'un guillemet. (C. de la V. P.).

l'absence de certains complexes de couches présents ailleurs, ce qu'il a désigné par le terme de *lacunes*, avait confondu très souvent ses propres subdivisions, et multiplié les dites lacunes au delà de toutes les vraisemblances. Le travail dénotait donc également du coup d'œil, de l'initiative et de l'inexpérience. Il fut contredit avec énergie, parfois sur bonnes preuves. La polémique se prolongea. A diverses reprises M. Dupont crut devoir introduire des modifications dans la légende qu'il avait conçue d'abord. M. de la Vallée ne voit pas d'intérêt à insister sur ces changements de M. Dupont, car c'est là chose fréquente dans les recherches dont l'objet est neuf et complexe. Toujours est-il que l'on n'y opposa pas de levé géologique, ni d'interprétation d'ensemble. C'est M. Dupont lui-même qui eut l'honneur de corriger son œuvre de 1865, en produisant en 1882 le levé officiel de la planchette au vingt millième des environs de Dinant.

« Malgré leur supériorité sur le travail antérieur, le levé officiel avec les coupes géologiques et les explications attenantes ont été critiqués. On leur a reproché d'être entachés d'erreurs sérieuses. Cédant à l'insistance réitérée de quelques-uns de ses amis, M. de la Vallée propose de guider la Société dans les environs de Dinant et de lui faire part de quelques-unes de ses observations personnelles.

« La Société ayant agréé cette proposition, le préopinant déclare aux membres présents que les calcaires de Dinant renferment encore, pour lui, des problèmes non résolus. Il ajoute que le bien ou le mal qu'il pourrait dire, chemin faisant, de l'œuvre de M. Dupont répondent à sa manière de voir, et n'engagent en rien les savants géologues qu'il a l'honneur de compter parmi ses amis et qui ont contesté, avec lui, le travail de M. Dupont.

« On sait que M. Dupont distingue aujourd'hui dans le calcaire carbonifère les trois étages Tournaisien, Waul-

sortien et Viséen, lesquels comprennent beaucoup de subdivisions. D'après le même savant, l'étage intermédiaire, celui de Waulsort, manque habituellement en Belgique et parfois même dans la région dinantaise. Cela étant, M. de la Vallée propose à ses confrères de se transporter le lendemain à Yvoir et d'y explorer le bassin de calcaire carbonifère sur son bord nord, où il offre à peu près l'aspect normal ; de partir, le jour suivant, pour Hastière où affleure le bord sud et de l'y étudier, en redescendant la Meuse par la rive gauche, dans la région où l'étage Waulsortien, amplement développé, vient s'insérer au milieu de la formation ; enfin de consacrer la troisième journée à certains points de la coupe d'Anseremme à Falmignoul où l'on peut relever des faits dignes d'attention. Si le temps le permettait, le même jour on pourrait gagner la vallée de la Lesse et revenir à Dinant, en suivant le bord de cette rivière. »

M. **G. Dewalque** a vivement insisté auprès de son savant collègue, M. Ch. de la Vallée Poussin, pour qu'il dirigeât une excursion dans les environs de Dinant, où il a l'habitude de passer ses vacances et où l'on trouverait la preuve des erreurs graves qui ont été reprochées au directeur de l'ancien service de la carte géologique. Appelé à examiner le canton avec lui, il s'est rangé entièrement à son opinion et lui a déclaré qu'il en partagerait sans crainte la responsabilité. Il approuve donc entièrement le programme de l'excursion et il espère que la Société partagera ses appréciations.

Mais il doit faire ses réserves quant à l'exposé que l'on vient d'entendre de l'historique de la question de notre calcaire carbonifère. Ainsi, en disant que M. E. Dupont s'est corrigé lui-même, M. Ch. de la Vallée semble faire abstraction des longues discussions qui ont eu lieu entre

M. Dewalque et M. E. Dupont et qui ont forcé ce dernier à renoncer à sa doctrine des *lacunes*. S'il en parle encore aujourd'hui, c'est — il importe de ne pas s'y tromper, — dans un tout autre sens. Si lui, G. Dewalque, n'opposa pas de levé géologique, c'est d'abord parce que ce levé était inutile pour la doctrine, puis parce qu'il pensait et disait que, entre géologues belges, s'il peut être nécessaire de s'avertir, de se contredire au besoin, on avait mieux à faire qu'à se démolir les uns les autres.

L'assemblée adopte, à l'unanimité, le programme proposé.

« M. **de la Vallée** recommande à ses collègues d'avoir présente à l'esprit la légende adoptée par M. Dupont pour les calcaires carbonifériens des environs de Dinant. Chacune des subdivisions est indiquée par deux lettres et un chiffre. Il importe de connaître la signification de ces symboles pour s'orienter et s'entendre plus facilement en présence des faits.

« Voici la légende adoptée par M. Dupont pour la carte géologique détaillée et reproduite dans le tableau autographié que M. G. Dewalque a distribué.

Division du calcaire carbonifère d'après la légende des planchettes de M. Dupont.

ÉTAGE TOURNAISIEN.

Calcaire bleu à crinoïdes; schistes; calschistes; dolomie. — *Spirifer Tornacensis.*

Assise des *Ecaussines.*

T 1 *a*. Calc. bleu à crinoïdes avec des lits de schistes intercalés.
T 1 *b*. Schistes vert-sombre non micacés à *Spirifer octoplicatus.*
T 1 *c*. Calcaire bleu à crinoïdes avec lits de schistes intercalés à la base. (Calc. des Ecaussines.)

T 1 *d*. Calschistes noirs. (Calc. à chaux hydraulique de Tournai.)

T 1 *e*. Calcaire bleu à crinoïdes avec bandes de phtanites noirs. (Calc. d'Yvoir.)

Assise de *Chanxhe*.

T 2 *a*. Dolomie grise.

ÉTAGE WAULSORTIEN.

Calcaire veiné de bleu (récifs de stromatoporoïdes); calcaire gris pâle subcompacte; dolomie; calcaire à crinoïdes, souvent avec bandes de phtanites. — *Syringothyris cuspidatus*.

W *m*. Calcaire blanchâtre veiné de bleu. *Fenestella*, *Spirifer subcinctus*.

W *n*. Calcaire gris pâle subcompacte.

W *o*. Dolomie bigarrée; dolomie gris-violacé à crinoïdes et à phtanites.

W *p*. Calcaire bleu et dolomie à crinoïdes avec larges bandes de phtanites blonds (remplissage des chenaux des récifs).

ÉTAGE VISÉEN.

Calcaire violacé; calcaire noir; dolomie; calcaire gris à crinoïdes. — *Chonetes papilionacea; Spirifer bisulcatus*.

Assise de *Dinant*.

V 1 *a*. Calcaire gris pâle et violacé compacte, contenant des bandes et rognons de phtanites gris et blonds; calcaire bleu foncé.

V 1 *a*? Dolomie noire à grains fins avec bandes de phtanites.

V 1 *b*. Calc. noir compacte avec bandes de phtanites. (Calc. à carreaux de Dinant et calc. de Bachant.)

V 1 *c*. Dolomie brune à grains moyens.

V 1 *d*. Calc. bleu à crinoïdes. *Chonetes papilionacea*.

V 1 *e*. Dolomie noire géodique à grains fins.

V 1 *f*. Dolomie grise à larges paillettes.

V 1 *g*. Calcaire gris alternant avec de la dolomie.

V 1 *h*. Calcaire bleu dolomitique avec noyaux de calcaire noir compacte.

Assise de *Visé*.

V 2 *a*. Calcaire blanc et gris subcompacte avec grains cristallins foncés. *Productus Cora*, *Chonetes papilionacea*. (Calcaire du Chenois.)

V 2 *b*. Calcaire gris et noir, compacte et bleu, grenu.

V 2 *c*. Brèche à pâte brune. (Marbre brêche de Waulsort.)

V 2 *d*. Calcaire gris, marbré de bleu; noir et gris compacte à bancs minces, gris bleu subcompacte avec lits d'anthracite. *Productus giganteus*. »

M. le président donne lecture d'une lettre de la Commission de la Société du Casino, offrant son local aux membres pendant toute la durée de la session, et les invitant au concert du dimanche 2 septembre, à 6 heures du soir.

Le bureau est chargé de faire parvenir des lettres de remerciements à l'Administration communale, à la Société du Casino et à l'Administration du chemin de fer du Nord, qui a autorisé la Société à circuler sur ses voies ferrées.

La séance est levée à 9 $^1/_2$ heures.

Excursion du 2 septembre 1888.

« En descendant du train, la Société se transporte aux carrières exploitées sur le versant situé au droit de la station d'Yvoir. On se trouve là dans l'étage tournaisien, représenté par une série de bancs calcaires ou calcaréo-schisteux, plus ou moins voisins de la verticale. Les premiers qu'on rencontre à quelques pas de l'ouverture supérieure d'un four à chaux sont des calcaires gris bleu dont quelques-uns sont remplis de crinoïdes spathiques. La roche rappelle un peu le « petit granite » sur une épaisseur de 10 à 12 mètres; c'est le T 1 *c* de la légende, que son auteur assimile au calcaire des Ecaussines. Les géologues

liégeois se refusent néanmoins à y reconnaître les caractères pétrographiques du « petit granite » des bords de l'Ourthe ; MM. G Dewalque et M. Lohest ajoutent que ce dernier occupe un niveau sensiblement plus élevé dans la série. Au nord des derniers lits exploités, le sous-sol disparaît sous un talus terreux et cultivé ayant de 20 à 25 mètres de largeur, et au delà duquel on voit surgir quelques têtes de bancs calcaires. D'après M. de la Vallée, il n'y a pas lieu de douter que ceux-ci dépendent de la subdivision T 1 *a*, base de l'étage, et que l'intervalle déprimé et cultivé correspond à la subdivision éminemment délitable T 1 *b* des schistes feuilletés à *Spirifer octoplicatus*, qui ne manque jamais d'apparaître sur cet horizon, au bord nord comme au bord sud, de la région dinantaise, quand le sous-sol est au jour.

« Revenant au Sud, toujours dans la même carrière, on voit succéder à T 1 *c* un développement notable de couches calcaréo schisteuses, de couleur bleu noirâtre ou gris de fumée, en bancs tour à tour plus compacts ou plus feuilletés, parmi lesquels il en est de très noduleux, avec nombreux fossiles (*Spirifer tornacensis*, *Orthis Michelini*, *Streptorhynchus crenistria*, nombreux *Zaphrentis*, etc.). Sans s'arrêter beaucoup à ces fossiles, les géologues présents ont noté un Spiriféridé à très large area triangulaire rappelant le type *Syringothyris*. Ce brachiopode, aperçu d'abord par M. M Lohest, puis par d'autres, n'a pas fourni d'exemplaire en assez bon état pour que l'on pût saisir ses rapports avec les *S. distans* et *cuspidatus*. Quant à cette série calcaréo-schisteuse, ayant 20 mètres au moins d'épaisseur, c'est un excellent exemple du T 1 *d* de la légende, subdivision dite des *calschistes noirs*, que l'auteur range au niveau de la chaux hydraulique de Tournai. La limite supérieure en est nettement marquée par une extension considérable de l'exploitation dans le flanc de la colline. On y entame

activement les bancs calcaires de T 1 *e*, cinquième subdivision de l'étage tournaisien. Elle est composée ici de calcaires compactes noirs, où les lamelles crinoïdiques sont généralement fort disséminées, et certains bancs enveloppent des rognons ou des bandes plus ou moins continues de *chert* (1) noir, ce sont là les calcaires avec bandes de *phtanites noirs*. Selon M. de la Vallée, les cinq subdivisions précédentes sont toujours reconnaissables dans les affleurements des environs de Dinant. Il fait remarquer ensuite à ses confrères que le point visité par la Société est situé en dehors de la feuille de Dinant, et n'a pas été, de la part de M. Dupont, l'objet de publication récente; et il ajoute que, pour lui, les termes compris dans le T 1 de la légende s'arrêtent avec les derniers bancs noirâtres et peu ou point crinoïdiques que l'on vient de voir. Or, on peut constater ici même, qu'à ces derniers succède au Sud un complexe formé de bancs massifs, la plupart très épais, de couleur grise, criblés de lamelles de crinoïdes spathiques et qui sont exploités dans la carrière, soit comme pierres d'appareil, soit pour la confection des pavés. Les membres de la Société constatent que les *cherts* y font défaut généralement; les calcaires en sont comme marbrés de diverses nuances, jaunes, brunes, noirâtres. Certaines portions en sont fortement magnésiennes et, à l'extrémité méridionale de l'exploitation, les derniers lits visibles sont composés d'une dolomie gris noirâtre ou cendrée, très géodique. D'après M. de la Vallée, on ne rencontre rien de semblable parmi les affleurements désignés comme T 1 *e* sur la feuille de Dinant. Il pense que ces calcaires, par leur constitution lithologique comme par la hauteur qu'ils occupent dans la

(1) M. G. Dewalque a proposé d'employer cette expression anglaise pour désigner les formations siliceuses du calcaire carbonifère, où se rencontrent suivant les cas, du phtanite, du silex corné, du silex ordinaire, de la calcédoine, et que l'on désigne habituellement, depuis d'Omalius, sous le nom de phtanites.

série des formations, sont à rapprocher de la division dite de Chanxhe, désignée comme T 2 dans la légende; et M. Dupont, en effet, indique des affleurements de cette division T 2 sur la feuille de Natoye et le long du rebord septentrional du bassin carboniférien, rebord qui aboutit précisément à Yvoir. Mais tout en rapprochant les dits bancs crinoïdiques de la série de Chanxhe, M. de la Vallée signale une différence, à savoir : la restriction notable de l'élément magnésien dans les couches de la carrière d'Yvoir. Et il avertit qu'un peu plus tard dans la journée, les membres présents rencontreront à la rive opposée de la Meuse une carrière de pierres de taille, installée sur le prolongement des mêmes bancs, et où le rôle de la dolomie est encore plus effacé. Ce sont des calcaires d'un gris bleu souvent assez pâle et dont l'on pourrait confondre les échantillons avec ceux des strates crinoïdiques de l'étage waulsortien. Ces modifications lithologiques de couches dépendant d'un même horizon se laissent apercevoir très souvent quand l'on étudie le détail du calcaire carbonifère, comme la Société pourra s'en convaincre; et il faut toujours y penser quand l'on interprète la structure générale de cette grande et difficile formation. En tout état de cause, on aperçoit à Yvoir, à la partie supérieure de l'étage de Tournai et au dessous de l'étage de Visé, un ensemble de strates qui manquent sur la feuille de Dinant, ou qui du moins n'y sont pas représentées par quelque chose de semblable.

« Des taillis et des éboulis dérobent à la vue la zone qui suit la précédente au midi. Mais, à la distance de 70 mètres environ, une ancienne carrière abandonnée fait apparaître des lits verticaux de calcaire compacte noir V 1 *b* (calcaire à carreaux de Dinant). Ce point constaté, M. de la Vallée propose de passer sur la rive gauche de la Meuse pour y compléter les observations déjà faites, et surtout y observer les couches de passage entre les groupe de Tournai et de Visé, lesquelles sont cachées à Yvoir.

« Après un arrêt de trois quarts d'heure consacré au déjeûner, la Société s'avance par la route de Dinant à Namur jusqu'à un point situé au nord de la borne 19 et où l'on voit affleurer au pied du talus qui côtoie la route quelques psammites appartenant aux couches les plus élevées du système dévonien. Puis, revenant sur ses pas, elle rentre dans l'étage tournaisien du système carbonifère en constatant successivement et au droit de la route : 1° quelques débris calcaires qui doivent répondre à T 1 *a*; 2° plus loin, des schistes feuilletés d'un bleu verdâtre foncé avec insertion de lits très minces à texture grenue, renfermant beaucoup d'empreintes organiques très délicates (anneaux de crinoïdes, *Fenestella*, *Orthis*, *Spirifer*, parmi lesquels *Sp. octoplicatus*). Ces schistes visibles sur 8 ou 9 mètres de distance représentent la subdivision T 1 *b*; 3° une ancienne exploitation où l'on a extrait et travaillé jadis des calcaires à crinoïdes, T 1 *c* de la légende. Ils se suivent sur une épaisseur de 12 ou 15 mètres et sont surmontés de couches calcaréo-schisteuses peu accessibles, mais reconnaissables de la route. C'est le T 1 *d*. Des constructions adossées à l'escarpement ne permettent pas de vérifier la présence de la cinquième subdivision tournaisienne T 1 *e*, dont on ne peut mettre d'ailleurs en question la présence. Mais au delà d'une maison, le talus, plus ou moins accessible, laisse apercevoir, sur une soixantaine de mètres de distance et sur un bon nombre de points, des bancs dolomitiques d'un gris noirâtre ou cendré, encombrés de crinoïdes et qui doivent être assimilés à la subdivision supérieure de la carrière d'Yvoir. La Société est donc parfaitement orientée; elle vient de traverser les cinq subdivisions reconnues par M. Dupont dans l'assise tournaisienne inférieure, et, en outre, une masse épaisse de calcaires magnésiens à crinoïdes, qui, si l'on s'en rapporte à la classification de M. Dupont, constitue une apparition de l'assise tournaisienne

supérieure. M. de la Vallée insiste sur le grand intérêt que présente cette localité : car une carrière, qui dut être autrefois très active, s'ouvre précisément ici, et met à découvert la liaison des couches tournaisiennes avec l'étage viséen qui leur est immédiatement superposé, c'est-à-dire sans la moindre insertion des roches propres à l'étage de Waulsort, lesquelles sont l'intermédiaire chronologique d'après la légende de la carte des environs de Dinant. Il manquerait donc ici un étage entier, et, grâce aux circonstances, on peut préciser très facilement la place qu'il devrait occuper.

« A cet effet, M. de la Vallée attire l'attention de ses compagnons sur les dolomies crinoïdiques, noirâtres, terreuses et plus ou moins grossières qui couronnent ici la série de Tournai. Elles passent peu à peu à des dolomies plus grisâtres, à grains plus fins, moins crinoïdiques, géodiques comme les précédentes, et ces dernières à des bancs réguliers où l'on reconnaît tantôt l'aspect magnésien, la cassure cristalline, l'éclat gris perlé des bancs antérieurs, et tantôt l'aspect de calcaires purs, compacts ou subsaccharoïdes, d'un gris pâle ou jaunâtre, enveloppant aussi des géodes tapissées de jolis cristaux de calcite. Ces variétés de texture et de composition se rencontrent tour à tour dans un même banc, ou dans des bancs qui alternent. Après deux ou trois mètres, les calcaires purs paraissent prédominer dans cette série hétérogène, où l'on trouve, sur 15 mètres d'épaisseur environ, des bancs de calcaires compactes ou à grains cristallins très fins, grisâtres, gris bleuâtre ou gris violâtre, en un mot présentant les caractères lithologiques de la subdivision V 1 *a* de la légende. On voit reposer sur ces bancs appartenant à V 1 *a*, des calcaires noirs, compacts, en bancs minces gardant leur épaisseur, souvent accompagnés de zones de *cherts* noirs, parfois dolomitiques et qui se font reconnaître du premier coup d'œil comme membre de la subdivision V 1 *b*, ou des calcaires à carreaux de Dinant.

« D'après cela, dans la carrière visitée, les couches que l'on peut à bon droit, d'après leur caractère lithologique, rapporter, soit à T 2, soit à V 1 *a*, se trouvant séparées tout au plus par deux ou trois mètres de bancs qui offrent comme un mélange des deux types, c'est dans ces bancs intermédiaires qu'il convient de chercher les indices de la grave lacune imposée par l'interprétation de M. Dupont. M. de la Vallée affirme les avoir cherchés inutilement. Rien n'y indique des ravinements et un hiatus. Si les couches hétérogènes en question pouvaient s'expliquer comme dérivant d'une brèche telle qu'il s'en rencontre souvent dans les calcaires carboniférien de la même région, la lumière serait faite pour ce point, car une brèche peut correspondre à une lacune. Mais il lui est impossible de reconnaître les marques d'une structure originairement bréchiforme dans cette distribution irrégulière et capricieuse de la texture cristalline ou de l'aspect dolomitique, parce que cette diversité affecte souvent des complexes où l'on doit admettre que la sédimentation a été continue. Il faudrait montrer dans la roche de vrais blocaux avec plans de séparation. Il n'en a pas vu. L'impression des membres présents paraît être la même que celle du préopinant. Cette impression, *c'est que la sédimentation a été continue en ce point.* »

M. G. Dewalque insiste sur ce point, qui a toujours été la base de son argumentation.

« L'excavation où apparaissent les termes qu'on vient de voir est suivie au Midi, sur une largeur de 160 mètres environ, par une pente boisée où les roches sont invisibles. Après quoi surgit, au nord de la route, un escarpement considérable, d'aspect assez massif, rappelant les formations calcaires, que M. Dupont a qualifiées de récifs dans l'étage de Waulsort. Et, en effet, des fragments détachés à coups de marteaux, révèlent la texture subsaccharoïde

habituelle chez les stromatoporidés à réseau quasi microscopique, qui jouent un si grand rôle, comme on le verra tout à l'heure et mieux encore demain, dans les formations coralligènes de cette période. Mais ici le récif de polypiers doit appartenir à l'assise du Viséen supérieur V 2 *a*, car, après avoir traversé 25 ou 30 mètres de ce massif, plus ou moins dolomitique, et pénétré dans un jardin à l'ouest de la route, la Société rencontre des bancs de calcaires gris, avec points cristallins plus foncés, où abondent certaines variétés de *Productus Cora*, qu'on est toujours assuré de rencontrer à ce niveau dans la division V 2 *a* de la région dinantaise [1]. Ces calcaires à brachiopodes supportent des bancs compactes et très épais, coupés par un système de cassures presque normales à la stratification : autre caractère lithologique de la subdivision V 2 *a* dans ce pays. Mais les calcaires carbonifères s'arrêtent à ce point, toute la partie supérieure du Viséen étant rasée par suite d'une faille qui met en contact immédiat les psammites du Condroz avec les couches viséennes. Le terrain carbonifère reprend au delà des psammites, mais cette fois avec un développement beaucoup plus complet, parce qu'il comprend le bassin houiller d'Anhée et par conséquent tous les termes supérieurs du calcaire carbonifère jusqu'au marbre noir bleuâtre à veines blanches.

« M. de la Vallée observe : 1° que la faille précitée, où toute la portion supérieure de l'étage Viséen est décapitée, met en rapport immédiat des couches carbonifères et dévoniennes stratigraphiquement séparées par une hauteur de plusieurs centaines de mètres ; 2° que cette dénivellation si considérable ne s'accuse par aucun soubresaut à la

[1] Il n'est pas impossible toutefois, que le massif calcareux dolomitique qui précède les couches à *Productus* soit un facies particulier des zones dolomitiques qui terminent le Viséen inférieur. Il faut toujours s'attendre à ces modifications hétérotopiques dans les calcaires carbonifères.

surface du plateau qui la surmonte. La feuille de l'Institut cartographique militaire montre la continuité parfaite des courbes altimétriques de 175, 180 et 185 mètres, passant indifféremment d'un bord à l'autre de l'énorme fracture subie par le sous-sol. D'où une conclusion cent fois vérifiable dans le Condroz comme dans les Ardennes: c'est que les mouvements éprouvés par nos couches paléozoïques à une époque reculée sont à peu près sans influence sur le modelé actuel de la surface. Ce modelé est, avant tout, le produit des actions atmosphériques et de la dénudation s'exerçant pendant une immense durée. Les ondulations des plateaux y dépendent beaucoup moins du mouvement des couches que de la résistance des matériaux. Les schistes, aisément délayables, sont dominés généralement par les calcaires, et ceux-ci attaquables aux agents chimiques le sont par les grès, les poudingues et les psammites. Si l'on en juge d'après l'arasement des plis anticlinaux visibles dans la vallée de la Meuse, l'ablation des terrains paléozoïques peut dépasser mille mètres. Ce rabotage gigantesque complique extrêmement la recherche des conditions géographiques qui régnaient dans le pays durant les périodes dévonienne et carbonifère. D'après M. de la Vallée, c'est l'erreur de M. Dupont et un peu celle de M. Gosselet, de n'en pas tenir un compte suffisant dans leurs savants travaux.

« Avant de repasser sur la rive droite de la Meuse, on s'est arrêté, auprès d'un four à chaux, à une carrière installée sur le prolongement des bancs crinoïdiques de la grande carrière d'Yvoir, vus le matin, et attribuables à la division de Chanxhe. On en extrait des pierres de taille formées d'un beau calcaire gris bleu, chargées de crinoïdes et fort peu magnésiennes. Cependant, il occupe le même rang stratigraphique que les bancs de dolomie noire et terreuse aperçus une demi-heure auparavant dans le voisinage de la borne 19.

« Le retour à Dinant s'effectue par la rive droite. On traverse successivement et sans s'arrêter, sauf en un petit nombre d'endroits, les calcaires carbonifères de la bande nord, puis le terrain houiller de Champalle auquel répond un élargissement de la vallée de la Meuse, comme l'imposent les lois de la dénudation ; puis on rentre à nouveau dans un large massif de calcaire carbonifère, celui de Dinant. La vallée de la Meuse s'y rétrécit, toujours en vertu des mêmes lois, et la rivière y coule depuis Rivage entre les parois d'une espèce de canon, sur une distance de six kilomètres. Chemin faisant, grâce aux exploitations et aux tranchées naturelles, on peut saisir en gros l'allure générale des formations. Elles décrivent des ondulations interrompues par quelques failles, et les superpositions des divisions nommées V1 *a*, V1 *b*, V1 *e-f*, V2 *a*, V 2 *b*, V2 *c* s'y manifestent sans grande obscurité. L'apparition, à plusieurs reprises, de la divison V2 *b*, commode à étudier le long des escarpements, et qui est en partie constituée par des bancs coralligènes et par des bancs détritiques, permet à M. de la Vallée de montrer aux assistants quelques traits de structure, importants au point de vue du mode d'origine de ces calcaires marins, et qui peuvent aider à comprendre des phénomènes semblables, mais construits sur une beaucoup plus grande échelle, qu'on verra le jour suivant.

« Ainsi, vis-à-vis de l'auberge dite la *Maison Blanche*, située sur la rive gauche, au hameau de Conneau, comme vis-à-vis du cimetière de Bouvignes, on remarque, entre des couches nettement stratifiées en bancs de 20 à 50 centimètres de puissance, des portions massives, ayant parfois plusieurs mètres d'épaisseur, dépourvues de stratification distincte et bigarrées de bleu foncé, de gris presque blanc, de rose. Une même nuance y dessine souvent des agrégats volumineux, à surfaces de séparations curvilignes, concentriques. Leur cassure est finement saccharoïde. Sur les

parois exposées depuis longtemps à l'attaque de l'atmosphère, on a chance d'apercevoir, à l'œil nu ou à la loupe, chez les calcaires de cette catégorie, des feuillets d'une extrême minceur, rappelant, mais en beaucoup plus petit, la disposition bien connue des stromatopores les plus communs du terrain dévonien. A l'instar de M. Dupont, M. de la Vallée n'hésite pas à voir dans ces amas lenticulaires l'œuvre de polypiers. Les mêmes gisements révèlent l'association habituelle des calcaires oolitiques et des calcaires coralligènes, commune à toutes les époques géologiques, y compris l'époque actuelle. M. de la Vallée attire l'attention sur des lits formés de calcaires oolitiques et empilés sur une hauteur de plusieurs mètres. On trouve ces lits d'oolites tantôt vers la base, tantôt sur le prolongement, tantôt au sommet des bancs à polypiers. On voit également que ceux-ci sont entrelacés à des calcaires bréchiformes, dont les fragments empâtés diffèrent grandement de dimensions et d'aspect. Les fragments proviennent incontestablement de calcaires coralliens ou autres, auparavant consolidés et arrachés par les vagues, à l'époque où s'opérait le dépôt des couches. Car on trouve de ces calcaires en brèches et en brocatelles régulièrement insérés entre des bancs compactes bien stratifiés, sans trace de dislocation. De plus, l'étude microscopique apprend qu'un même lit distinctement fragmentaire à une place donnée est susceptible de passer à une roche constituée d'esquilles d'une extrême petitesse qui ont servi de centre aux pellicules des concrétions d'oolites. D'après ces circonstances, M. de la Vallée pense, comme M. Dupont, qu'il a pu se former des brèches importantes dans le sein de la mer carboniférienne, et qu'il y a grande exagération dans l'opinion de d'Omalius, pour qui les calcaires paléozoïques en brèche dérivaient nécessairement des dislocations et dérangements postérieurs subis par le terrain.

« Quelques membres présents, M. Briart entre autres, n'admettent pas l'opinion du préopinant et lui préfèrent l'interprétation de d'Omalius.

« La Société arrive au faubourg de Leffe. Vu l'heure avancée, elle renonce à visiter une ancienne exploitation sise à mi-côte, au voisinage de la route de Huy. On y voit les divisions T 1 *d*, T 1 *e*, surmontées des couches de V 1 *a*, mais sans interposition de roches semblables aux divisions T 2 et W. On constate, par contre, en cette localité, que les calcaires compactes, noirâtres, à crinoïdes sporadiques et à rognons de *chert* y offrent une puissance triple ou quadruple de celle qu'ils montrent à Yvoir. N'est-ce pas un facies hétérotopique des couches de Chanxhe ou de la base du Waulsortien ? »

Séance du 2 septembre 1888.

Dans la séance du soir, à l'hôtel de ville de Dinant, un certain temps est consacré à résumer l'excursion de la journée et à discuter quelques points de détail.

M. **Malaise** fait observer que l'on aura l'occasion de voir le lendemain des bassins carbonifères entourés de devonien, plus considérables que celui étudié dans la journée. Il y aurait le plus grand intérêt à démontrer que le waulsortien est représenté dans le bassin carbonifère d'Yvoir, quoiqu'il y soit moins développé qu'il ne l'est habituellement. Il en résulterait que la manière de voir de Dumont était, en général, plus approchée de la vérité que celle que M. Dupont a émise au début.

M. **de la Vallée Poussin** répond que, malgré tout, les vues primitives de M. Dupont étaient néanmoins en progrès, sous certains rapports, sur celles de Dumont, notamment par l'attribution au calcaire carbonifère de certains phtanites que Dumont avait rangés dans l'étage

houiller. Il est incontestable cependant que la division du calcaire carbonifère en trois étages de Dumont était préférable à la division en six assises, adoptée primitivement par M. Dupont.

M. **Briart** ne partage pas la manière de voir émise par M. Dupont et défendue par M. de la Vallée, relativement à la formation des calcaires bréchiformes rencontrés vis-à-vis du cimetière de Bouvignes. Il lui paraît inexact de prétendre que ces brèches sont contemporaines des dépôts adjacents. Les éléments de ces brèches étaient déjà consolidés lors de la formation de la brèche, ce qui exclut cette idée, car les calcaires organiques seuls sont solides au moment de leur formation, les calcaires détritiques étant originairement à l'état boueux.

M. **de la Vallée** fait observer que l'on rencontre aux Philippines et en Sicile des calcaires récents très durs, cimentés par du calcaire dissout.

M. **Briart** distingue les brèches contemporaines des récifs des brèches de formation plus récente : 1° par l'absence d'éléments clastiques autres que les madrépores ; 2° par la possibilité d'un léger roulage des éléments, tandis que dans les dernières, les éléments sont très anguleux.

M. **Stainier** fait observer que les brèches organiques actuelles sont très pures, tandis que celles qui font l'objet de la discussion, de même que les autres brèches carbonifères de notre pays sont généralement impures. Tel est le cas de la brèche de Montigny-le-Tilleul, qui est ferrugineuse.

M. **de la Vallée** répond que la plupart des brèches ferrugineuses qu'il a eu l'occasion d'étudier en Belgique sont stratifiées.

M. **Lohest** partage la manière de voir de M. de la Vallée en ce qui concerne les brèches carbonifères du bassin de Chanxhe.

M. **Briart** fait observer qu'à Landelies, Montigny, etc., les brèches ne se rencontrent que dans les endroits disloqués et ne sont que les produits de désagrégation mécanique de roches déjà formées, désagrégation due à des mouvements du sol.

« La parole est ensuite donnée à M. **de la Vallée** au sujet de l'étage waulsortien, à l'examen duquel la majeure partie du lendemain doit être employée. A propos de cet étage waulsortien, M. de la Vallée reconnaît deux grands mérites à M. Dupont. Le premier est d'avoir compris l'origine organique et, jusqu'à un certain point, le rang zoologique des grands agrégats de calcaire cristallin et veiné qu'il a assigné aux stromatoporoïdes (1). C'est M. Dupont qui a révélé l'existence de ces êtres fossiles qui, à l'époque carbonifère, ont joué dans l'édification des calcaires moséens un rôle immense et qu'aucun des Tabulés ou des Rugueux connus de tous les paléontologistes n'a égalé. Ces êtres d'ailleurs sont très mal définis, et dans notre état d'ignorance, il n'en faut parler qu'avec beaucoup de réserve. En tant qu'ils se rapprochent des stromatopores les plus étudiés du système dévonien, ils appartiennent probablement à l'ordre des Hydrozoaires, et partant à un groupe qui n'a de nos jours qu'une importance secondaire dans les constructions coralligènes (2). Qu'étaient ces Hydrozoaires antiques? Personne sans doute ne le pourrait dire avec assurance. De là, entière incertitude sur les conditions bathymétriques et autres qui leur étaient favorables ou nuisibles, et tout rapprochement avec les coraux

(1) Il est juste de reconnaître que M. l'abbé Renard, naguère conservateur au Musée Royal, a contribué, par ses explorations microscopiques, à révéler la structure organique des calcaires massifs et qu'il a fixé par là l'opinion de M. Dupont.

(2) Les *Milleporida*, qu'on rattache depuis L. Agassiz aux Hydrozoaires, contribuent cependant pour une part assez notable aux récifs du golfe du Mexique.

de structure entièrement différente qui construisirent les récifs actuels ou même ceux des périodes secondaire et tertiaire, implique des points d'interrogation. M. Dupont distingue deux espèces principales de stromatoporoïdes dans ses récifs waulsortiens : l'une, d'un gris blanchâtre, assez globuleuse (*Stromatocus bulbaceus*), l'autre en bandes étroites contournant le premier, possédant une structure fibreuse et d'un noir un peu bleuâtre (*Ptylostroma fibrosa*). L'entrelacement des dits organismes constitue les calcaires de récif et à *veines bleues* (W *m*), qu'ils font reconnaître promptement. L'incrustation mutuelle et constante de ces deux coraux d'espèces différentes est un fait curieux et inexpliqué Mais on en connaît d'autres semblables pendant l'ère paléozoïque. Ainsi, par exemple, rien de plus fréquent, dans les calcaires frasniens, que les incrustations systématiques des *Acervularia pentagona* et des *Alveolites suborbicularis*.

« Les agrégats construits par les deux stromatoporoïdes propres à l'étage waulsortien ont donné naissance parfois à des rochers énormes, d'un aspect particulièrement massif, qui s'aperçoit de loin, la division en lits stratifiés y étant à peu près absente. A côté de ces portions massives, le calcaire carbonifère se montre, comme à l'ordinaire, composé de bancs sédimentaires régulièrement empilés. C'est un autre mérite sérieux de M. Dupont d'avoir bien délimité ces deux catégories de calcaires, les uns construits à la manière des récifs, les autres déposés en lits plus ou moins détritiques, et d'avoir compris que les uns et les autres peuvent se suivre immédiatement sur un même horizon. Des bancs de calcaire à crinoïdes nettement stratifiés viennent buter contre d'énormes amas coralligènes où les plans de stratification disparaissent sur 10, 15 mètres et plus de hauteur. A la première vue d'une telle disparité de structure entre des roches contiguës, l'idée de faille

s'empare de l'imagination, et il est des cas, en effet, où la faille existe et donne la clef du phénomène. Mais il en est d'autres où il faut admettre que le fond de la mer carbonifférienne se garnissait simultanément, ici de dépôts en couches, là de constructions coralligènes. La Société en verra demain de beaux exemples entre Hastière et Waulsort. M. de la Vallée ajoute que cet agencement de portions massives et de portions stratifiées est signalé et expliqué depuis longtemps dans les calcaires triasiques des Alpes, comme dans les calcaires jurassiques du bassin de Paris. Il dessine sur la planche noire un croquis schématique emprunté à M. de Mojsisovics et qui représente le profil des récifs triasiques tyroliens que ce savant géologue a baptisé du nom de Richthofen. On y voit des massifs calcaréo-magnésiens à grains cristallins, à peu près dépourvus de stratification, se terminant latéralement par des pentes raides ou en forme de coin plus ou moins obtus, lesquels sont enlacés dans des calcaires argileux parfaitement stratifiés et contemporains. Mais M. Dupont est probablement le premier qui ait relevé des faits analogues dans les calcaires paléozoïques. D'ailleurs, le savant directeur du Musée fait appel aux faits d'un si haut intérêt qu'il a découverts, ainsi qu'aux données acquises sur les formations coralligènes actuelles, pour reconstituer la géographie physique de la mer carbonifère dans la région waulsortienne; c'est sous l'empire de cette préoccupation qu'il a tracé et commenté les coupes les plus importantes reproduites dans son *Explication*; et il semble y avoir perdu de vue, plus d'une fois, les vrais rapports stratigraphiques pour aboutir à des conclusions illusoires, comme on le verra le lendemain. »

M. **Fraipont** demande si l'on connaît le moyen de déterminer la position en place des stromatoporoïdes.

M. **de la Vallée** répond que, dans certains cas, à cause de leur immense masse, on peut affirmer que l'on se trouve

en présence de récifs coralliens en place, mais il est des cas où le doute s'impose.

Excursion du 3 septembre 1888.

« Le lendemain matin, la Société s'est transportée par le train à Hastière, dans le but d'explorer le calcaire carboniférien du bord sud. Après être passé à la rive droite, et avoir consacré une demi-heure à l'examen de l'église si curieuse de Hastière-par-delà, on a repris la rive gauche qu'on a descendue en suivant la voie du chemin de fer. On y voit les couches supérieures du système dévonien (Etrœungt) passer insensiblement au système carbonifère, où la superposition des subdivisions T1*a*, T1*b*, T1*c*, T1*d* et T1*e* se montre clairement. Ces diverses subdivisions tournaisiennes apparaissent à deux reprises par suite d'une faille. Nulle part ailleurs, peut-être, on ne les peut mieux étudier, parce qu'elles sont amplement mises au jour. Les assistants y ont retrouvé généralement des caractères semblables à ceux des assises correspondantes de la région d'Yvoir, bien que le développement relatif des termes ne soit pas le même de part et d'autre. Etant donnée cette persistance, il y a lieu, tout au moins dans la région de Dinant, de tenir compte de ces termes quand il s'agit d'un levé très détaillé, ainsi que l'a fait M. Dupont dès ses mémoires de 1865-1866.

« Quand on fut parvenu auprès d'un viaduc passant sous la voie ferrée, situé entre les poteaux kilométriques 100 et 101, M. de la Vallée fit remarquer, dans l'escarpement à gauche, les calschistes T1*d* nettement reconnaissables, pendant au Sud-Est, et surmontés de bancs de calcaire bleu avec nombreux lits et rognons de *cherts* noirs et offrant la même inclinaison. La position stratigraphique n'était pas douteuse : on était arrivé au sommet de la série

tournaisienne proprement dite. La veille, à Yvoir, c'est sur ces couches de calcaire à *cherts* foncés qu'on avait vu reposer des bancs de calcaire bleu, extrêmement riches en crinoïdes, non siliceux et passant à des dolomies noirâtres et terreuses assimilables à la série de Chanxhe. Or, rien de cela ici. A une dizaine de mètres des dernières couches visibles du T 1 *e* se dresse, au droit de la voie, un escarpement élevé de roches massives qui borde le chemin de fer sur 200 mètres environ de distance. L'aspect massif de ces roches frappe au premier coup d'œil. Les joints irréguliers qui le traversent n'ont rien de commun avec les joints stratifiés de la série de Chanxhe. Ce sont là les premières roches waulsortiennes aperçues depuis le début de l'excursion. Quoique la direction adoptée par les couches du T 1 *e* indique assez clairement qu'elles passent en dessous des roches waulsortiennes, le contact immédiat avec celles-ci étant caché en ce point, on pouvait y soupçonner une cassure, et alors le rapport des deux séries devenait problématique. Mais la question est tranchée péremptoirement un peu plus avant. En longeant l'escarpement, les assistants constatent à loisir qu'il est généralement constitué par une roche cristalline, saccharoïde ou subsaccharoïde, dont les faces de cassure émettent les reflets particuliers aux calcaires riches en magnesium ; mais, contrairement à ce qui se passe d'ordinaire chez les dolomies viséennes, les tons de la roche sont clairs : c'est du gris de perle nuancé de gris bleu, de violet ou de rose. A cet égard, M. de la Vallée signale de la ressemblance avec des spéciments qui lui ont été remis par M. J. Leclercq et qui provenaient des grands récifs dolomitiques du Tyrol méridional. Il faut ajouter que la roche formant l'escarpement est criblée de cavités avec incrustations géodiques souvent volumineuses et acquérant parfois les dimensions de petites cavernes. Ce type de roches dolomitiques est développé

dans l'étage waulsortien. Il est désigné par W*o* dans la légende de M. Dupont.

« L'escarpement dolomitique prend fin vers l'ouverture du vallon nommé *Fond des Veaux* sur la carte de l'Institut. Ici, l'on retrouve les calcaires supérieurs de la série de Tournai avec pendage vers le Nord-Ouest, partant, de sens contraire au précédent. Dans une prairie contiguë à la voie ferrée, on reconnaît des bancs de calcaire foncé, compactes ou schistoïdes criblés de *cherts* noirs et répondant au T 1 *e* et l'on a l'avantage d'y observer parfaitement le contact avec les roches waulsortiennes. En effet, ces bancs calcaires, calcaréo-schisteux et siliceux terminant la série de Tournai, sont surmontés d'un ou deux bancs de calcaire plus pâle rempli de grosses tiges de crinoïdes, et sur ceux-ci s'applique sans intermédiaire une masse dolomitique, dépourvue de stratification, ayant de 12 à 15 mètres d'épaisseur, prolongement de la roche qui longe la voie et d'aspect identique avec elle. Il appert donc que les roches magnésiennes de l'étage de Waulsort sont superposées immédiatement à la série de Tournai. Tous les membres présents en sont tombés d'accord, et ceux d'entre eux qui n'avaient pas eu l'occasion d'étudier le terrain carbonifère de Dinant, ont paru frappés de cette succession de roches, que les superpositions reconnues la veille au bord nord ne permettaient pas de prévoir.

« Avant d'arriver au village de Waulsort, la Meuse décrit un grand méandre qui rentre et sort successivement de la division de Tournai pour rentrer de nouveau dans la division de Waulsort, à la hauteur de la station. Après s'être arrêtée pour déjeuner, la Société se retrouve à cette dernière station à l'entrée d'une des plus larges bandes waulsortiennes qui soit à découvert dans le pays; car les roches de cette division s'y développent en escarpements peu interrompus, à l'ouest de la voie ferrée, sur 13 à 14 cents mètres de longueur.

« Pour procurer à cette station de Waulsort la largeur indispensable, il a fallu entailler fortement le pied de la montagne et les roches waulsortiennes qui la constituent. De là une tranchée qui dut être fort instructive à l'époque où l'entaille était fraîche, et sur laquelle M. de la Vallée fixe l'attention de ses confrères, parce qu'on y voit encore très bien les deux types contrastants de formation qui dominaient dans les mers carboniférienne de cette phase. Le premier type (W*p* de la légende) se montre dans les premières roches qui apparaissent au talus vis-à-vis du bâtiment de la station. Ce sont des bancs redressés verticalement, formés de calcaire gris ou gris bleuâtre remplis de crinoïdes à colonnes épaisses, et enveloppant des rognons allongés de *cherts* d'un gris pâle, qui ne se rencontrent généralement que dans la série de Waulsort. Suivent quelques mètres d'une dolomie à joints obliques, dont les caractères lithologiques sont les mêmes que ceux de la dolomie (W *o*) rencontrée avant le Fond-des-Veaux. A cette dolomie succède sans intermédiaire la roche la plus caractéristique de la formation (W *m*). On n'y remarque plus les joints de stratification des bancs à crinoïdes qui les précèdent. Elle est constituée par un calcaire massif, à cassure finement cristalline, et où l'on distingue des portions globuleuses d'un gris blanchâtre, entre lesquelles s'entrelacent en serpentant des bandes plus étroites d'un gris bleu assez foncé. Ce sont là les deux organismes désignés par M. Dupont sous le nom de *Stromatocus bulbaceus* et de *Ptylostroma fibrosa*, qui ont le plus contribué à l'édification des grands récifs. M. de la Vallée fait remarquer dans cette roche toutes les circonstances dont il avait entretenu ses confrères la veille à la séance du soir. Lui-même a douté de l'origine coralligène attribuée à cette formation. Aujourd'hui, à ses yeux elle est incontestable. En faisant même abstraction des détails intimes de structure

qui révèlent une origine coralligène, tous les assistants peuvent voir que la distribution des bigarrures blanches et bleues du calcaire en question offre une ressemblance frappante avec celle des bigarrures des marbres gris et rouges de l'étage frasnien qu'on rapporte sans hésitation à des constructions de polypiers. C'est un rapprochement très justifié de M. Dupont. De plus, en dépit des irrégularités, chacun doit constater que les zones et les veines d'un bleu noirâtre obéissent à un certain alignement qui n'est pas le même d'un bout à l'autre de la tranchée de la station, mais qui est plus ou moins en rapport avec les ondulations des roches dolomitiques et stratifiées qui sont contiguës au calcaire de récif; car, en explorant les calcaires à veines bleues qui se poursuivent sur plus de 60 mètres de longueur et en les examinant sur les parois où la structure est encore reconnaissable, malgré l'altération, on y constate que l'alignement du réseau tressé par les polypiers s'incline tantôt au Sud, tantôt au Nord, ou se rapproche du plan horizontal d'après l'allure plus ou moins reconnaissable des couches supérieures du talus. Les incrustations éventuelles des *Stromatocus* et des *Ptylostroma* de M. Dupont, correspondaient donc dans une certaine mesure à la direction du fond marin et font pressentir l'orientation du joint de stratification jusqu'au cœur de la roche d'aspect massif.

« Le fait se confirme si l'on prend garde à une série de calcaires à plaques minces insérées dans la roche massive ou appliquées sur elle, et qui se superposent en un point de la tranchée de la station sur six à sept mètres d'épaisseur pour le moins. Ils résultent de l'empilement d'innombrables feuillets de bryozoaires appartenant au genre *Fenestella*, lequel, comme on sait, atteint le maximum de son développement à l'époque carboniférienne. Les lits à fénestelles sont orientés comme les couches adjacentes. Ces fenestelles ont joué un rôle considérale dans l'édification

des calcaires W*m*. Ils viennent immédiatement après les stromatoporoïdes. Il est curieux d'apprendre que, dans ces masses immenses, construites par des hydrozoaires et quelques bryozoaires, les autres polypiers sont de grandes raretés, à part les *Amplexus* dont les tiges cylindroïdes sont assez fréquentes dans quelques gisements.

« Les membres de la Société ont recueilli plusieurs coquilles dans les roches de la station, parmi lesquelles *Cardiomorpha oblonga*, *Productus undatus* et surtout *P. semireticulatus*, qui abonde dans quelques places des calcaires de récif. Puis, après avoir traversé un espace boisé, on retrouve les calcaires waulsortiens vers le poteau kilométrique 97, au site devenu célèbre sous le nom de *Pauquys* (1).

« En suivant la voie ferrée, la vue embrasse des escarpements parfois très élevés et sur une étendue considérable. On y saisit, mieux que partout ailleurs peut-être, la charpente propre à la formation waulsortienne. Sans approcher des roches, souvent très peu accessibles dans cette coupe remarquable, on reconnaît de loin les dolomies et les calcaires stratifiés à leurs joints parallèles et mieux encore aux nombreux lits de *cherts*, qui y dessinent des cordons ou des corniches caractéristiques : on voit aussi les relations de ces couches avec les agglomérations allongées et massives des récifs, soit à l'état calcareux, soit transformés en dolomie, et autour desquels elles sont plus ou moins entrelacées. Dès la hauteur du poteau 97, on remarque une zone de strates inclinées de 25° à 40° au N.-E., qui fait suite aux amas coralligènes de la station de Waulsort. Ce sont des bancs d'un gris bleu, généralement crinoïdique, (W*p*), où les nodules siliceux sont très développés à la partie supérieure.

(1) En wallon namurois, *pauquis*, en wallon liégeois, *pâquis*, en français, *buis*. La localité a été appelée *tienne* (côte) *des pauquis* à cause de l'abondance de cet arbuste. (G. D.)

Ces calcaires renferment çà et là des portions magnésiennes. Ils supportent une dolomie massive (W *o*) dont les fragments éboulés accusent des bigarrures semblables à celles des massifs de stromatoporoïdes (W *m*). M. de la Vallée croit qu'ils proviennent de la dolomitisation de ceux-ci, qu'on retrouve, en effet, immédiatement après et à la même hauteur stratigraphique, à l'état de calcaire pur. A tout moment, il faut s'attendre à ces modifications lithologiques.

« Un peu plus avant, les couches stratifiées et siliceuses précitées, s'abaissent en dessous du niveau de la voie et font place tout à coup à des dolomies massives et puissantes. Des buissons dérobant ici la jointure des deux roches, on y pourrait soupçonner une faille. Mais à une très petite distance au Nord, les strates à rognons siliceux reparaissent cette fois avec inclinaison vers le midi, et à la hauteur du poteau de la voie ferrée portant l'indication : *à 800 mètres du disque*, on les voit, sans doute possible, passer à une dolomie dépourvue d'indice de stratification. M. de la Vallée fait remarquer en divers endroits des *Pauquys* la succession, dans le sens même du dépôt, de lits calcareux et siliceux possédant une stratification normale à des masses dolomitiques ou calcaires d'aspect lenticulaire et dépourvues de tout joint régulier. Parmi les points où le phénomène s'observe avec le plus d'évidence, il montre les parois d'une grotte ouverte, à quelques mètres du chemin de fer, vers la 3e borne hectométrique à l'ouest du poteau 96. En cet endroit, une zone de lits nettement stratifiés renfermant des cordons de silex blonds bien alignés est soudée à une masse considérable de calcaires cristallins plus ou moins magnésiens privés de tout joint de stratification. On ne peut alléguer sérieusement ici ni faille, ni cassure. Il y a enchevêtrement de deux catégories de dépôts marins de formation simultanée. La

ligne exacte de séparation n'en saurait être précisée, et les derniers linéaments de la stratification se perdent avec les derniers rognons de silex fichés dans le calcaire massif à stromatoporoïdes.

« La localité dite des *Pauquys* nous montre donc bien, dans un même ensemble de calcaires marins, l'enchevêtrement de dépôts contemporains d'origine et de structure très différentes, comme l'a vu M. Dupont. Elle fait voir également que les amas ou récifs coralligènes pouvaient se terminer latéralement en pointes ou en dentelures et, d'autres fois, par un bord voisin de la verticale. On voit des exemples de ces variations. Mais, d'après M. de la Vallée, il faut ajouter que le remplissage du bassin marin s'opérait simultanément dans les parages avec accumulation de polypiers et sur le fond marin qui les séparait.

« En effet, en portant les yeux sur les points le plus haut placés des amas calcaréo-dolomitiques, on peut reconnaître, à diverses places, un couronnement qui, vu d'en bas, paraît formé de couches stratifiées. M. de la Vallée désigne un de ces emplacements dont il a fait l'ascension. Il y a aperçu des strates très régulières de calcaire dolomitique d'un gris pâle et cristallin, et accompagnées de lits de *cherts* de couleur pâle. Ce sont des roches à rapprocher incontestablement des couches calcaréo-siliceuses qui bordent les masses sans stratification au pied de la montagne. Elles ont tous les caractères des couches waulsortiennes, et l'auteur de la carte géologique de Dinant les a rangées dans cette division. Voilà donc des strates étalées au sommet d'un massif épais, en grande partie coralligène. Cela suppose que celui-ci ne se dressait pas brusquement du fond marin comme une colline à bords escarpés, flanquée de fossés plus ou moins profonds, ainsi qu'on devrait le conclure si l'on prétendait retrouver l'ancien profil marin à l'aide des contours qui séparent la portion

massive et stratifiée de la formation : car des dépôts stratifiés ne s'empilent pas régulièrement jusqu'au bord d'une protubérance immergée et à pentes raides. Sans doute il faut admettre que, dans certaines circonstances, des strates sédimentaires se déposent sur des pentes de 12°, 15° et plus, surtout dans les deltas. Mais quand il s'agit des couches marines, l'inclinaison ne peut dépasser un très petit nombre de degrés. C'est pourquoi les lits stratifiés qui couronnent les parties massives des *Pauquys* et qui paraissent descendre le long de leurs flancs, n'ont pu offrir au début les fortes inclinaisons qu'on y remarque à certaines places. Leur allure actuelle est le fait des mouvements orogéniques. Et ici M. de la Vallée se sépare de M. Dupont qui s'exprime plus d'une fois dans son explication de la feuille de Dinant, et plus encore dans les coupes idéales qui l'accompagnent, comme si les récifs waulsortiens avaient été séparés par des chenaux d'une si grande profondeur que les assises de la phase suivante, embrassant le Viséen inférieur et le Viséen supérieur, avaient à peine suffi à leur remplissage (¹). Les faits à opposer à ces vues de M. Dupont apparaîtront avec plus d'évidence dans le profil des roches de Freyr que la Société pourra observer bientôt dans leur ensemble aperçu de la rive gauche.

« M. de la Vallée n'entend pas non plus, comme M. Dupont, l'allure générale du calcaire carboniférien dans la région des *Pauquys*. A cet égard il appelle l'attention de ses confrères sur la marche des couches à partir des premiers bancs visibles au nord de la station de Waulsort, jusques et y compris les rochers escarpés qui se dressent vers le 2° hectomètre situé à l'ouest du poteau 96. Pour les premiers bancs, le pendage est vers le N.-O.; pour les derniers au S.-S.-E. Dans l'intervalle, on voit quelques on-

(¹) *Explication*, pp. 14, 21, 28, 29, 38, etc.

dulations coupées de failles. On a donc affaire à un synclinal très irrégulier d'ailleurs, dont les ailes ne sont point parallèles. L'ensemble révèle un complexe formé par des parties massives plus ou moins séparées, calcaires ou dolomitiques, au milieu desquelles sont entrelacés des bancs plus ou moins siliceux, où la stratification est parfaitement accusée. Dans cet ensemble, M. le directeur du Musée voit une série de récifs renversés les uns sur les autres et qui présentent leur sommet sur le fond de l'escarpement ; et dans l'*Explication*, il ajoute un diagramme pl. II, fig. 3, représentant les *Pauquys*, et qui répond à cette conception.

« Il s'en suit qu'on aurait ici un redressement vertical de la formation de Waulsort, récifs et couches stratifiées, lesquels étant vus de la Meuse s'offriraient à peu près à l'œil comme dans une carte géographique. Ce serait un long récif lenticulaire enceint de couches à crinoïdes. Mais M. de la Vallée observe que ni les lits siliceux qui ondulent à la hauteur de la voie ferrée, ni la plupart de ceux qui couronnent les escarpements, ne répondent à cette idée. Le plan des uns et des autres, tout en comportant quelques ondulations, est à 90° environ de celui qu'on supposerait d'après le dessin de M. Dupont. De plus, les bancs stratifiés placés vers le sommet ne sont pas du même âge que ceux que longe le chemin de fer. Aux approches du poteau 96, il n'en va plus de même. La vallée de la Meuse, en même temps qu'elle s'infléchit de plus en plus vers l'Est, coupe l'aile nord du synclinal. C'est pourquoi le complexe des calcaires carbonifères y apparaît redressé. Le grand escarpement voisin du 2e hectomètre pend avec une inclinaison de 55° à 60° vers la Meuse, c'est-à-dire au S.-S.-E. On y reconnaît un grand amas lenticulaire bordé au-dessus comme en bas de strates chargées de *cherts* et, dans cette partie de la section, les faits con-

cordent plus ou moins avec le diagramme de l'*Explication*. En somme, l'allure générale du terrain, depuis la station de Waulsort, fournit un excellent exemple d'une formation très hétérogène, assujettie à un plissement, et dont toutes les parties obéissent à ce plissement, les stratifiées aussi bien que les massives.

« Après s'être arrêtés quelque temps à recueillir des fossiles extraits à cette occasion de quelques blocs des *Pauquys*, *Productus Cora*, *P. undatus*, *Orthis resupinata*, *Cardiomorpha*, *Euomphalus*, *Conocardium*, *Orthoceras*, etc., etc., les membres de la Société, continuant de descendre la rive gauche de la Meuse, passent le long d'une série de couches crinoïdiques et magnésiennes. On a l'avantage d'y retrouver des *cherts* ou des silex criblés souvent de cavités en forme de tiges de crinoïdes, et présentant tour à tour des nuances grises, blondes, brunâtres, roses ou rougeâtres, par lesquelles le waulsortien se distingue des autres subdivisions carboniférienne à éléments siliceux. Un autre trait des plus remarquables est l'abondance des produits siliceux dans ces couches marines. Ils n'y forment pas seulement des rognons ou des plaques, mais des lits continus de 0,25 à 0,30 d'épaisseur ne laissant souvent entre eux qu'un espace étroit pour les calcaires magnésiens, de sorte que ces derniers ne jouent plus qu'un rôle subordonné.

« M. de la Vallée rappelle que cette extension anomale des *cherts* dans le carbonifère marin est connue dans d'autres pays. D'après M. Hull, dans le Yorkshire, les *cherts* constituent parfois des bancs continus sur 80 pieds de hauteur; et, d'après M. Sollas, ils entrent pour un cinquième dans l'ensemble du calcaire carbonifère de plusieurs districts d'Irlande. Quant à l'origine de la silice, elle est toujours l'objet de discussions; mais comme l'association de la silice protogène à des dépôts zoogènes et

pélagiques est très fréquente pendant l'ère paléozoïque, comme pendant l'ère mésozoïque ou cénozoïque, il y a des motifs très sérieux pour admettre les organismes animaux et végétaux comme un facteur très important de la silice. Ainsi, M. Micoy a découvert d'innombrables spicules dans les *cherts* du Yorkshire (Conf. *Ass. Brit. Sc.*, 1887).

« M. **Dewalque** ne pense pas que des carapaces de diatomées ou des spicules de spongiaires, habitant la mer carboniférienne, puissent justifier l'immense développement de produits siliceux que les membres de l'excursion ont sous les yeux; car, chez ces êtres, la silice ne figure que pour une petite fraction de la masse : il faudrait supposer que leurs accumulations ont atteint une épaisseur de plusieurs mille mètres. M. **de la Vallée** croit cette appréciation exagérée. Il remarque, en outre, que cette profusion des silex est très locale; et d'ailleurs il peut se faire que la silice de provenance organique et dissoute dans un bassin marin se concentre et se précipite de préférence sur des points privilégiés.

« Un coude qui s'accentue vis-à-vis de la gorge admirable appelée *Colebi* ramène le cours de la Meuse dans une direction voisine du méridien. A partir de cet endroit, sur une distance de 1600 mètres, la rive droite est dominée par une sorte de falaise entaillée dans les calcaires et qui dépasse parfois 100 mètres d'élévation. Le site est un des plus remarquables du cours entier de la Meuse pour la hardiesse et la grâce pittoresque des rochers qui bordent le fleuve. Malheureusement ces masses puissantes, en partie couvertes de végétation et fréquemment inaccessibles, rendent presque impraticable leur étude un peu détaillée, la seule qui permettrait de se faire une idée exacte de leur agencement. A la complication résultant des mouvements mécaniques, où interviennent simultanément plis et failles, s'ajoute l'hétérogénéité singulière de la formation waul-

sortienne qui aggrave les difficultés. Aussi le déchiffrement de cette section importante des terrains anciens de la Belgique reste un *desideratum*, même après les laborieuses recherches de M. Dupont.

« Nonobstant toutes les obscurités, il y a des choses claires, susceptibles d'être reconnues suffisamment de la rive gauche (1). L'on en peut tirer des conséquences difficilement contestables, quand on s'appuie sur les règles de la stratigraphie. Cette large bande du carbonifère inférieur comporte évidemment une suite de plissements probablement coupés de quelques failles et orientés à peu de chose près de l'Est à l'Ouest. Laissant de côté les ondulations visibles du Waulsortien situé au N. du *Colebi*, et qui lui donnent une extension en largeur qui ne répond nullement à sa puissance véritable, on voit en gros que la vallée de la Meuse coupe successivement ici, de l'amont à l'aval, deux synclinaux, suivi d'un anticlinal, auquel succède un dernier synclinal, bordé au Nord par le système devonien. Les divisions tournaisiennes, waulsortiennes et viséennes sont engagées dans cette large bande, ainsi que M. Dupont l'a signalé avec raison, dès ses premières recherches.

« Le premier synclinal abordé par la vallée de la Meuse est formé, d'après M. Dupont, par les subdivisions V 1 *a*, V 1 *b*, V 1 *c*, et V 2 *a* de l'étage viséen, lesquelles sont pincées entre deux zones de Waulsortien inclinées vers l'axe synclinal sous les angles de 75° et de 85°. Ce redressement des bandes de Waulsort ne saurait faire l'objet d'un doute en dépit de leur structure massive, grâce aux couches parfaitement stratifiées W*n*, W*o* qui y sont fréquemment insérées. Quant aux couches viséennes pincées dans l'entre-

(1) Cons. pour toute la section le diagramme détaillé publié par M. Dupont dans l'Explication de la feuille de Dinant, pl. II, fig. 1, et intitulé : *Coupe du calcaire carbonifère suivant la route de Givet, de la montagne d'Anseremme à Falmignoul.*

deux, elles ont la même allure que les strates waulsortiennes. M. de la Vallée indique une petite excavation, ancienne carrière où l'on exploita jadis des calcaires V 1 *b* (*carreaux de Dinant*). Les couches noires, compactes, à grains fins, divisées en lits d'une régularité parfaite, inclinent à 85° comme les couches waulsortiennes qui les avoisinent. Le dépôt de cet affleurement marqué V 1 *b* a dû s'effectuer sur un plan sensiblement horizontal et s'empiler, en son temps, non pas à côté mais au-dessus des couches W*n* elles-mêmes alors sensiblement horizontales.

« Le deuxième synclinal est encore occupé par des couches viséennes, notamment par V 2 *b*. Il est flanqué de deux massifs de waulsortien. Là encore on observe la concordance des deux formations. M. de la Vallée insiste sur l'aspect des rochers waulsortiens qui constituent le flanc nord du synclinal et qu'on a surmontés d'une girouette. Ils sont très intéressants. Aux portions coralligènes ou dolomitiques situées au Nord succèdent au Sud, et par conséquent à la partie supérieure de ce Waulsortien, sur une cinquantaine de mètres d'épaisseur au moins, des couches stratifiées rangées dans la même formation (W*n*), d'une régularité irréprochable, qui sont relevées aujourd'hui à peu près verticalement. Les couches V 1 *b* du synclinal concordent avec elles et les ont primitivement recouvertes. Il serait malaisé de trouver dans le pays de Dinant un plus frappant exemple de la superposition normale de strates au sommet de masses coralligènes. Dès lors, celles-ci ne sauraient être envisagées comme d'énormes constructions à parois plus ou moins escarpées s'élançant des profondeurs du bassin de sédimentation, ainsi que l'interprète plusieurs fois M. Dupont. Accepter l'existence d'inégalités prononcées dans cet ancien fond de mer et déterminées par les agrégations locales des polypiers, est chose admissible et plus que probable ; à la condition toutefois que le profil de ces inégalités soit

assez adouci pour se prêter à l'édification normale et sensiblement concordante des strates successives. Ce que M. de la Vallée n'accepte, ni ne comprend même pas en présence des faits, c'est que des récifs de Waulsort aient eu leurs bords « tellement escarpés que les dépôts n'y aient pas été possibles » et qu'en même temps les vides qui séparaient ces récifs aient possédé une telle profondeur qu'il ait fallu toute la série des calcaires de Dinant empilée sur les calcaires à crinoïdes waulsortiens pour les combler. La disposition imaginée ici par M. Dupont entraîne une sorte de discordance du Waulsortien et du Viséen, qui n'est pas conciliable avec le parallélisme des deux formations dans les plis. Il y a plus; dans l'hypothèse proposée, le redressement vertical des complexes waulsortiens provoquerait immanquablement dans les couches de Visé devenues sous-jacentes un refoulement de bas en haut, d'où naîtrait nécessairement une disposition anticlinale pour ces couches, au lieu de la structure régulièrement synclinale qu'elles affectent.

« En résumé, selon M. de la Vallée, la formation de Waulsort, avec ses noyaux plus ou moins massifs enlacés dans des couches stratifiées plus flexibles, s'est comportée, dans les froissements subis par le système carbonifère de Dinant, à peu de choses près, comme les terrains entre lesquels elle est intercalée. Pour récupérer l'ordre primitif obscurci par les bouleversements, la même méthode, basée sur le raccordement des affleurements connexes en tenant compte du mouvement des plis ou des failles, est applicable à l'étage waulsortien comme aux deux autres étages du calcaire carbonifère. La pensée doit rattacher souterrainement les terrains correspondants, s'il y a synclinal; elle les reliera par d'immenses arcades aujourd'hui disparues, s'il y a anticlinal.

« Car, c'est le moment de le rappeler devant cette coupe remarquable d'Anseremme à Falmignoul : ce qui y sub-

siste de l'ancien bassin carboniférien n'est guère que le soubassement d'un édifice dont tous les étages supérieurs ont été emportés. Le calcaire carbonifère entier et probablement tout ou partie du terrain houiller se sont étalés autrefois en nappes continues dans ces districts de Falmignoul et de Waulsort, et ont été chiffonnés de concert. Les anticlinaux et les synclinaux qu'on y constate ont possédé plusieurs fois l'élévation qu'on leur voit actuellement au-dessus du niveau de la Meuse. En l'état présent des doctrines géologiques, cette assertion n'est rien moins que téméraire. Qu'on songe à l'ampleur de l'action dénudatrice qui s'est exercée sur ces terrains plissés dès l'époque hercynienne, et dont, comme on le voit si bien de la rive gauche de la Meuse, la surface d'arasement ne répond plus à la structure!

« M. de la Vallée croit donc que M. Dupont s'est trompé quand, de ces zones waulsortiennes et viséennes, qui alternent du Sud au Nord depuis le village de Falmignoul par suite des mouvements orogéniques, il fait des premières les sommets d'autant de barrières de récifs, et des autres, quelles que soient d'ailleurs leur épaisseur et leur date, un pur remplissage des canaux profonds qui séparaient les barrières entre elles. Il semble qu'il n'est guère permis d'y voir autre chose que des formations superposées à l'origine, puis arquées et enfin sectionnées suivant le plan d'érosion.

« En continuant de descendre la vallée de la Meuse, la Société traverse un anticlinal en partie tournaisien, peu visible, de la rive gauche; puis elle arrive en face d'un dernier synclinal, précédant les couches dévoniennes, et qui est le plus régulier, le plus facile à saisir dans son ensemble, grâce à l'exploitation récente dont il a été l'objet. La portion centrale en appartient à V 1 *a*, d'après M. Dupont, qui y voit toujours un dépôt de comblement entre des récifs très proéminents. La régularité des bancs

est envisagée par la plupart des membres comme impliquant un dépôt effectué dans les conditions normales sur un fond marin sensiblement horizontal à l'origine.

« Le professeur de la Vallée signale cette localité très accessible comme une de celles où l'observateur peut se convaincre le plus facilement des rapports véritables du Viséen au Waulsortien, car la succession de bas en haut, à partir des couches tournaisiennes, est celle ci : 1° agrégation massive et considérable de stromatoporoïdes; 2° série épaisse de couches stratifiées, en partie crinoïdiques, souvent criblées de *cherts* et redressées; 3° passage graduel, à peu près insensible et sans déviation apparente dans la direction des strates, à une série de couches blanc grisâtre, violâtres ou noirâtres, rangées par M. Dupont dans le Viséen inférieur. Il convient donc d'en induire les mêmes conclusions qu'on a formulées plus haut, conclusions qui paraissent conformes à l'opinion des membres de la Société présents à l'excursion.

« Le retour à Dinant s'effectua par la rive gauche de la Meuse, ce qui permit de jeter un coup d'œil en passant sur le grand affleurement waulsortien de Moniat en partie massif et en partie stratifié. Des blocs fossilifères provenant de ce gisement et débités en fragments plus petits par un ouvrier, avaient été préparés et fournirent de bons spécimens à plusieurs membres de la Compagnie. »

Séance du 3 septembre 1888.

La parole est donnée à M. de la Vallée pour exposer les faits saillants observés dans la journée.

A la suite de sa communication, M. **Malaise** présente quelques objections à la théorie des lacunes. Lorsque l'on examine la superposition des systèmes en une région déterminée, presque toujours on y remarque des lacunes.

Il n'en est pas de même dans les étages, où elles sont beaucoup plus rares. Les bassins carbonifères étudiés pendant les deux premières journées d'excursion ne présentent, en réalité, pas de lacunes; certains termes sont représentés ici par des masses minérales considérables, là, par quelque couches relativement insignifiantes.

L'application faite récemment par M. Dupont de la théorie corallienne au système carbonifère est entachée des mêmes erreurs qui ont été relevées par MM. Bittner et Kayser en ce qui concerne l'étage frasnien.

Ce n'est pas la première fois que l'on a cherché à appliquer la théorie corallienne aux formations géologiques; chacun a présents à la pensée les remarquables travaux faits sous ce rapport pour l'explication des relations stratigraphiques du système triasique en Suisse.

M. Malaise ne peut admettre le comblement des chenaux tel que l'indique M. Dupont et qui nécessite une période géologique aussi considérable que celle qui s'est écoulée pendant la formation des couches V1 et V2; il trouve bien plus simple d'admettre qu'ici, des plissements ont rendu parallèles les uns aux autres des massifs lenticulaires de stromatoporoïdes qui jadis se trouvaient dans le prolongement les uns des autres; ce fait est du reste confirmé par le parallélisme des couches stratifiées et des massifs coralliens, parallélisme indiscutable en bien des endroits de ces prétendus chenaux.

M. **Lohest** résume en quelques mots le débat. « Dans ce que nous avons vu hier et aujourd'hui, dit-il, y a-t-il de vrais massifs coralliens, possédant les caractères que Darwin et Dana, notamment, ont si nettement définis ? Je ne le pense pas, et du débat qui précède, il semble résulter que c'est bien là l'impression de toute l'assemblée. Les masses coralliennes que nous avons eu le loisir d'étudier constituent plutôt d'énormes fossiles, répartis

plus spécialement à un niveau déterminé du calcaire carbonifère, et contre lesquels viennent buter les couches qui les enveloppent. »

M. **de la Vallée Poussin** trouve très ingénieuse cette comparaison, à laquelle il adhère entièrement.

Excursion du 4 septembre 1888.

« La Société remonte la rive droite de la Meuse par la route de Dinant à Givet.

« Arrivée vers la limite septentrionale de la bande carbonifère de Falmignoul, les explorateurs se sont arrêtés quelque temps aux couches de passage entre le dévonien supérieur et le carbonifère, lesquelles répondent à la division d'Etrœungt de M. Gosselet. Puis, après avoir traversé sans s'attarder les bandes successives de T 1 *a*, T 1 *b*, T 1 *c*, T 1 *d* et T 1 *e*, qui affleurent à la route, ils se sont arrêtés longuement au delà d'une maison isolée, sise à mi-distance, à peu près, des deux bornes kilométriques 32 et 33. Là s'élève, contre la chaussée, un escarpement dont les premiers bancs au Nord rappellent la subdivision T 1 *e*. Mais les bancs suivants, tantôt d'un gris assez foncé, tantôt d'un gris clair, enveloppant çà et là de grandes tiges de crinoïdes, et à plusieurs places des *cherts* de couleur très pâle, ont souvent la physionomie des couches désignées par W *p* sur la légende.

« Aux roches précédentes, succède tout à coup et sans aucun accident stratigraphique une grande masse dolomitique, d'un gris blanc, à texture saccharoïde, sans indications distinctes de joints de stratification. C'est le W *o* de M. Dupont. Cette roche, ayant une dizaine de mètres d'épaisseur au niveau de la route, passe graduellement à des calcaires beaucoup moins magnésiens et finalement à des calcaires assez purs Ils sont crinoïdiques,

nettement stratifiés, et supportent à leur tour des calcaires d'un bleu presque noir, très peu crinoïdiques, enveloppant des *cherts* noirs, et que l'on ne saurait distinguer par l'aspect extérieur des échantillons les plus typiques du T 1 *e* de la légende.

« M. de la Vallée insiste sur l'importance de ce point, que la variété des facies rend extrêmement instructif. Il appert qu'on est ici dans le Waulsortien, comme du reste l'a compris également M. Dupont. Cet étage y est représenté par une de ses roches les plus caractéristiques la dolomie, d'aspect assez massif (W *o*). De plus, à une faible distance, et sur le prolongement même des couches que la Société est en train d'étudier, on voit, sur le versant de la colline descendant vers la Meuse, un rocher formé d'un énorme agrégat de stromatoporoïdes. C'est un grand récif de M. Dupont (W *m*). D'autre part, les calcaires gris à crinoïdes et une partie des calcaires compactes et noirs qui succèdent le long de la route à la dolomie waulsortienne passent eux-mêmes à une dolomie très analogue dans le prolongement de leurs bancs et à la faible distance de 4 ou 5 mètres. C'est ce que les membres de la Société ont pu vérifier en montant sur l'escarpement qui domine la route. C'est un curieux exemple des modifications brusques et des échanges d'aspect susceptibles de se produire dans les calcaires de la région dinantaise. Mais ce qui est le plus remarquable, c'est l'insertion en pleine série de Waulsort de ces bancs noirs d'aspect tournaisien, si l'on peut risquer l'expression. On est autorisé à dire que, sur un espace très étroit, des lits semblables par leurs caractères externes à ceux que M. Dupont range dans son tournaisien inférieur, se sont édifiés simultanément avec des récifs et avec d'autres roches en connexion intime avec ceux-ci

« Ce n'est donc pas témérité de penser que certains affleurements, jugés tournaisiens d'après leur physionomie et leur

position stratigraphique, sont contemporains de certaines portions de la formation de Waulsort. On est conduit naturellement à apprécier de la sorte les gisements de la région dinantaise où les strates dites tournaisiennes acquièrent un grand développement, comme à Yvoir, aux fonds de Leffe, etc., alors que les roches propres de la formation de Waulsort font défaut, et sans qu'on aperçoive une interruption dans la superposition des dépôts.

« Poursuivant sa marche, la Société continue de recouper la première bande waulsortienne. Elle y constate à plusieurs reprises l'alternance de roches compactes ou crinoïdiques d'un bleu noirâtre (type tournaisien), avec des dolomies plus ou moins massives et des couches à *cherts* blonds (type waulsortien). Puis elle traverse le 4e synclinal de la coupe inspectée le jour précédent de la rive droite, synclinal occupé par V 1 *a* d'après l'auteur de la légende. D'après M. de la Vallée, les couches de V 1 *a* tantôt d'un gris violacé et renfermant des bancs géodiques, et tantôt composées d'un calcaire bleu foncé, pourraient bien représenter partiellement les couches compactes, stratoïdes et d'un bleu noir caractérisant la subdivision suivante V 2 *b* (carreaux de Dinant). Il est assez curieux de voir, dans sa carte géologique, M. Dupont noter exclusivement V 1 *a* à la 33e borne dans l'axe du Synclinal, et noter exclusivement V 1 *b* à l'intérieur du même pli à 500 mètres de distance à l'Est. On sait que M. Gosselet [1] distingue aussi deux facies rappelant ceux du Viséen inférieur dans ses calcaires de Bachant, lesquels occupent sensiblement la même hauteur dans la série générale du carbonifère.

« Après la traversée de l'affleurement V 1 *a*, on reconnaît, sans doute possible, qu'on est rentré dans une bande waulsortienne, parce que l'on rencontre, de place en place,

[1] *Esquisse géologique du Nord de la France*, p. 132-133.

au talus de la route, quand les buissons ou le terrain détritique le permettent, des amas de *cherts* blonds, des calcaires crinoïdiques, des dolomies cristallisées d'un gris de perle. On observe ensuite une arcade de calcaires compactes, à *cherts* noirs T 1 *e*, formant l'axe d'un anticlinal (signalé dans l'excursion de la veille). Après quoi, réapparaissent à la route les roches waulsortiennes, d'abord par des dolomies, puis, par un bel affleurement typique à stromatoporoïdes (W*m*. n° 33 de la coupe générale de M. Dupont), puis par une série épaisse de couches stratifiées verticales on même un peu renversées, et où l'on reconnaît les deux types W*n* et W*o*. C'est le prolongement des masses rocheuses qui forment, dans la vallée de la Meuse, l'escarpement du grand rocher à la girouette. Ici M. de la Vallée fait remarquer à ses confrères qu'il est quelquefois très difficile de distinguer certains bancs pâles de calcaire V 1 *a* des spécimens extraits des calcaires W*n*.

« M. Dupont, dans l'*Explication*, déclare avoir longtemps hésité sur les relations mutuelles de ces deux subdivisions. Il s'est décidé à placer beaucoup d'affleurements à la base de son étage viséen, parce qu'il a rencontré dans quelques-uns le *Spirifer bisulcatus*, espèce propre à Visé. On accorderait plus de portée à cette preuve si l'on connaissait à quel moment ce *Spirifer* fit son apparition dans la mer carboniférienne du pays. Des brachiopodes baptisés d'un nom identique, comme *Productus Cora*, sont fréquents dans les couches de Visé et dans celles de Waulsort. D'autres espèces de Waulsort et de Tournai sont aussi bien ressemblantes. Les dernières recherches de L. G. De Koninck l'avaient conduit à accepter la succession des trois faunes dites de Tournai, de Waulsort et de Visé, pendant le dépôt des terrains marins du carbonifère de la Belgique. Mais l'opinion de l'illustre savant est loin d'avoir prévalu partout et M. de la Vallée sait qu'elle a été contestée

en Angleterre par des paléontologistes. Le grand nombre d'espèces fossiles rencontrées uniquement dans quelques gîtes de Waulsort d'une richesse exceptionnelle ne suffisent pas pour fixer avec précision la date des terrains qui les renferment. La vie abonde parfois dans certaines formations hétérotopiques, entre autres dans les coralligènes, lesquelles peuvent assumer un facies paléontologique si spécial, qu'on leur a longtemps assigné un autre âge qu'à d'autres couches marines qui sont réellement contemporaines. Que d'observateurs des terrains jurassiques de la France et de la Suisse ont été victimes de ces trompe-l'œil !

« Quoi qu'il en soit de ces questions difficiles, il est des cas où les subdivisions W*n* et V 1 *a* paraissent plus ou moins se remplacer l'une l'autre. Ainsi, à en juger d'après la carte de M. Dupont, les couches V 1 *a*, si développées dans le quatrième synclinal, se montrent à peine dans le troisième, où, par contre, les lits stratifiés W*n* de l'étage waulsortien acquièrent une puissance considérable. Et cependant M. Dupont n'inscrit pas de faille en cet endroit du levé, ni sur le diagramme détaillé de sa grande coupe d'Anseremme à Falmignoul. D'après cela, V 1 *a* ne représente-t-il pas partiellement W*n* ? Celui surtout qui, s'écartant des idées de M. Dupont, s'en rapporte à la méthode stratigraphique généralement appliquée aux terrains sédimentaires pour relier entre eux les divers affleurements carbonifères de cette région, celui-là inclinera à réunir dans un même horizon, et d'après l'allure des plissements, certains empilements de couches notées W*n* et V 1 *a*, comme aussi telle ou telle apparition de V 1 *a* et de V 1 *b*. La transformation mutuelle de ces facies pourra être difficile et même impossible à suivre dans bien des circonstances. Mais, en tout état de cause, cette vue semble en harmonie avec la structure lenticulaire et l'hétérogénéité exceptionnelle des calcaires carbonifères de Dinant ; et elle

a l'avantage de rendre ces formations si complexes plus intelligibles, quand l'on cherche à s'en rendre compte d'après les principes de stratigraphie universellement acceptés des géologues.

« Les membres de la Société se sont dirigés ensuite sur le village de Falmagne, où un déjeûner avait été commandé pour eux. Quelques-uns de ces messieurs s'étaient dirigés vers la gorge de *Colebi* pour y observer des cavités cylindroïdes creusées dans les calcaires par l'action des torrents, et rappelant les *Marmites de géant* et que M. G. Dewalque est porté à considérer comme glaciaires. Vers la fin du repas, la parole fut donnée une dernière fois à M. de la Vallée, pour rappeler les faits saillants de l'excursion qu'il avait dirigée. Sa conclusion fut, qu'à en juger d'après ce qu'il connaissait des environs de Dinant, il inclinait à penser que la série de Waulsort était un facies hétérotopique des dépôts marins du bassin carbonifère méridional; que ce facies correspondait, suivant les cas, à la partie supérieure du groupe de Tournai et à la partie inférieure du groupe de Visé, et qu'il n'était pas, chronologiquement parlant, autonome. Ce qui n'empêche pas que ce facies, par son ampleur et ses caractères propres, devait figurer à part dans la légende de la carte géologique de la Belgique. »

M. **l'abbé de Dorlodot** pense que la Société est maintenant suffisamment édifiée sur les questions en litige relatives au calcaire carbonifère. Outre plusieurs points de détail [1], sur lesquels M. de la Vallée a eu l'occasion de

[1] Dans son compte rendu ci-dessus, M. de la Vallée a, en général, passé sous silence ces erreurs de détails, afin, sans doute, de faire saisir plus clairement les questions générales, qu'il s'agissait surtout de faire ressortir et qu'un encombrement de détails dans le compte rendu aurait pu rendre moins claires. Peut-être cependant n'eût-il pas été inutile d'insister sur une erreur assez grave à l'examen de laquelle la Société a passé un temps assez long. Il s'agit d'une erreur d'interprétation sur le n° 10 de la coupe d'Anseremme à Falmignoul de M. Dupont. On ne pouvait s'expliquer comment le savant direc-

relever les erreurs parfois assez graves de M. Dupont, l'on peut réduire à trois les principaux points de divergence entre M. de la Vallée et M. le directeur du Musée : la distinction ou l'identification des couches Wn et V1 a ; 2° la théorie des récifs de coraux avec leurs chenaux et leurs lagunes ; enfin 3° la théorie des lacunes.

Sur le premier point, les observations faites pendant l'excursion, bien que favorables à l'opinion de M. de la Vallée, n'ont peut-être pas été suffisamment nombreuses pour donner une entière conviction aux membres de la Société. Les observations personnelles que M. de Dorlodot a faites, il y a une dizaine d'années, dans les environs de Dinant, concordent sur ce point avec les conclusions de M. de la Vallée (1). Il lui a paru cependant que, du moins le plus souvent, les calcaires compactes ou subcompactes de teinte pâle finissent par devenir tout à fait dominants à la partie supérieure des formations que M. Dupont range aujourd'hui dans son étage Waulsortien. C'est ce qu'a observé aussi M. Dupont, et M. de la Vallée ne semble pas vouloir y contredire. Cela étant, comme la faune a sans doute été sans cesse en se modifiant, il n'y aurait rien d'étonnant à ce que l'on trouvât dans les calcaires pâles compactes

teur du Musée a pu voir en cet endroit, soit un récif en surplomb, soit une cassure oblique des roches ; car il est évident, comme le dit du reste M. de la Vallée, p. CXLV, que l'on a affaire au prolongement transformé en dolomie des bancs affleurant à la route.

(1) Les excursions que nous avons faites en 1880 dans les environs de Dinant ne tardèrent pas à nous faire reconnaître la superposition des couches rapportées à l'assise II aux roches caractéristiques de l'assise III que nous rencontrions au milieu de couches considérées par M. Dupont comme appartenant à l'assise I. Nous avions cherché en vain la disposition contraire, considérée comme normale par M. Dupont. De plus, il nous avait été impossible de distingner l'assise IV de l'assise III. Nous sommes convaincu que M. Dupont serait parvenu à corriger bien plus tôt ses erreurs, s'il s'était rangé, dès l'abord, aux idées de MM. Gosselet et Dewalque, au lieu de continuer ses études avec des idées préconçues.

H. D.

supérieurs (V1 a) quelque espèce qui fît défaut dans les calcaires de même facies que l'on rencontre à un niveau inférieur, soit seul, soit alternant avec d'autres roches du facies Waulsortien. Mais, comme l'a fait ressortir M. de la Vallée, pour pouvoir légitimement ranger ces calcaires pâles compactes, tantôt dans le Waulsortien, tantôt dans le Viséen, il faudrait d'abord prouver la valeur du fossile en question au point de vue de la paléontologie stratigraphique, et il faudrait, de plus, que l'application de ce caractère paléontologique eût été faite dans chaque cas particulier, ce qui paraît bien difficile lorsqu'il s'agit de couches pauvres en fossiles, comme V1 a et Wn ; sans cela, l'on pourra toujours penser que cette distinction a été faite d'une façon purement arbitraire.

Sur le second et le troisième point, M. de Dorlodot pense que tous les membres qui ont pris part à l'excursion sont d'accord avec M. de la Vallée pour constater les erreurs de M. Dupont, et que, malgré les expressions extrêmement bienveillantes dont s'est servi notre savant guide, tous ont pu juger par eux-mêmes de la gravité de ces erreurs. En ce qui concerne spécialement le second point, il rappelle qu'hier, au Tienne des Pauquys, un membre de la Société, géologue distingué, mais n'ayant pas suivi sans doute jusqu'ici d'une manière bien attentive les travaux de M. Dupont, se refusait à croire que les doctrines du savant Directeur du Musée fussent exposées exactement par MM. de la Vallée et Dewalque; car, ajoutait-il, « il est impossible qu'un géologue ait dit des choses pareilles. » M. de Dorlodot donne lecture de plusieurs passages du *Texte explicatif de la feuille de Dinant* qui prouvent que M. de la Vallée a reproduit exactement la pensée de M. Dupont. Il avoue, du reste, que lui-même a dû relire plusieurs fois certains passages de M. Dupont, pour se convaincre que telles sont réellement les idées du Direc-

teur du levé de la carte, et il est persuadé que M. Dupont ne fera admettre par les géologues les récifs et les chenaux tels qu'il les entend, que s'il parvient à établir qu'à l'époque carbonifère, la direction de la pesanteur fut parfois horizontale au lieu d'être verticale.

M. l'abbé de Dorlodot est loin d'ailleurs de contester la valeur des travaux de M. Dupont. Les patientes recherches du savant Directeur du Musée d'Histoire Naturelle ont accumulé pour la science une quantité considérable de matériaux, et l'on ne peut nier que ses Mémoires contiennent des idées justes et parfois ingénieuses, à côté des erreurs malheureusement trop graves qui les déparent. Pour porter tout leur fruit, les recherches de M. Dupont avaient besoin du contrôle et de la correction que leur ont fait subir M. Gosselet et surtout M. de la Vallée. Il est regrettable que, par suite de l'organisation de l'ancien service de la carte, ce contrôle ait fait défaut aux travaux de M. Dupont avant leur publication. L'étude que la Société Géologique de Belgique vient de faire du calcaire carbonifère nous a montré à l'évidence que ce contrôle eût été nécessaire pour donner à la carte géologique le *degré de valeur scientifique que l'on était en droit d'attendre de cette œuvre nationale, et qui lui fait défaut.* C'est ce qu'avaient constaté déjà les cinq mandataires de la Société dans leur *Pétition aux Chambres législatives* [1], et l'excursion de cette année, outre son intérêt scientifique, servira à démontrer qu'ils ne s'étaient pas trompés dans leur affirmation.

M. de Dorlodot termine par un coup d'œil rétrospectif. Il y a 25 ans, dit-il, l'excursion de la Société géologique de France à Dinant ouvrait l'ère des discussions relatives au calcaire carbonifère de Belgique. Peut-être ne sera-t-il pas

[1] *Ann. Soc. Géolog. de Belg.*, t. XII (1884-85), Bull., p. 215. Voir spécialement les p. 226-227, où les signataires de la pétition développent et expliquent le membre de phrase imprimé p. 216 en petites capitales.

sans intérêt de rappeler l'état de la question à cette époque, et de comparer les opinions émises alors avec les conclusions auxquelles nous sommes arrivés aujourd'hui.

M. Dupont avait observé, dans le calcaire carbonifère des environs de Dinant, des roches d'un facies spécial, qui font défaut dans d'autres parties du massif carbonifère et qui ne rentrent pas dans le cadre des roches décrites par Dumont comme constituant les trois assises du calcaire carbonifère : le calcaire à crinoïdes, la dolomie et le calcaire à Productus.

C'était un fait intéressant. Personne n'a jamais contesté ce fait; et M. G. Dewalque, tout le premier, n'a pas ménagé à M. Dupont les éloges que méritait cette découverte.

Mais M. Dupont ne s'arrêta pas là. Il répartit en six assises les couches carbonifères des environs de Dinant; et il expliqua par des *lacunes* stratigraphiques, comprenant une ou plusieurs assises, l'absence en certains points de variété de roches qui existent ailleurs. Le massif de Falmignoul seul contenait les six assises; le massif de Celles [1] contenait I, II, III, V et VI, avec une lacune entre III et V; le massif d'Hastière contenait I, III, V et VI avec deux lacunes, l'une entre I et III, l'autre entre III et V; le massif de Dinant contenait I, II, V et VI avec une lacune entre II et V; enfin dans les parties du massif carbonifère considérées comme typiques par Dumont, il n'y avait que les assises I, V, VI avec une lacune considérable entre I et V.

D'après cela, l'assise I représentait seule le calcaire à crinoïdes de Dumont; les assises II, III et IV constituaient trois nouveaux termes qui ne correspondaient chronolo-

[1] Ces données sont tirées du principal travail publié par M. Dupont vers cette époque : *Essai d'une carte géologique des environs de Dinant.* Bull. Acad. de Belg., 2e s., t. XX (1865), p. 616. Il serait trop long, en effet, de passer en revue, les nombreuses variations de M. Dupont, et nous avons dû nous en tenir aux données du mémoire qu'il considérait comme devant établir définitivement son système.

giquement à aucune des parties du calcaire carbonifère classées par Dumont, puisqu'à l'époque où la mer déposait ces assises dans les environs de Dinant, elle ne déposait rien dans la province de Liége qui avait fait d'abord le sujet exclusif des études de Dumont et où ce géologue a pris son type.

M. Dewalque contesta ces conclusions (1). Il soutint que les assises II, III et IV de M. Dupont ne constituent que des facies spéciaux de la partie supérieure de l'assise à crinoïdes de Dumont, et que, là où M. Dupont admettait l'existence de lacunes, il y a continuité dans la sédimentation.

Or aujourd'hui, M. Dupont, après avoir cherché en vain à soutenir son système au moyen de failles de plus en plus multipliées (2), a dû finir par abandonner à peu près toutes les lacunes dont il soutenait l'existence. En effet, l'assise IV a disparu et s'est confondue avec l'assise III pour constituer la nouvelle assise de Waulsort; l'assise II est devenue supérieure à l'assise III : le contact I-III du massif d'Hastière est ainsi devenu le contact normal, et, dans le massif de Dinant, les couches II *b*, séparées autrefois des

(1) Voir *Réunion extraordinaire de la Société Géol. de France à Liége en 1863*, tiré à part, p. 111 ; *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, p. 80. — M. Dewalque maintint son opinion chaque fois que l'occasion s'en présenta. — M. Gosselet se montra également, en 1863, adversaire de la théorie des lacunes (l. c., p. 107). Dans son grand ouvrage qui vient de paraître, M. Gosselet combat également les nouvelles lacunes proposées aujourd'hui par M. Dupont (*L'Ardenne*, p. 663 seq.).

(2) M. Dupont avait cru remarquër, dès 1865 (Mém. cité, p. 649), une tendance spéciale de l'assise III à se mettre en contact *par une faille* avec l'assise I ; mais, persuadé d'avance que l'assise de Dinant (II) devait être inférieure à l'assise d'Anseremme, il ne parvenait pas à voir la véritable signification de cette *tendance*. Ne faut-il pas en dire autant de l'*affectation* des assises II et III à ne pas se trouver l'une contre l'autre (ibid.)? Et c'est peut-être par une tendance du même genre que les strates des dépôts qui ont comblé les chenaux *affectent* de se placer verticalement quand ils devraient être horizontaux d'après la théorie, ou horizontalement lorsque la théorie exigerait une disposition verticale.

couches V *a* par l'une des principales lacunes de M. Dupont, se confondent aujourd'hui sous le nom de V 1 *b*.

On voit par là que, si l'on excepte les cas où le calcaire à crinoïdes est en contact immédiat avec la dolomie, comme par exemple dans le bassin septentrional à l'ouest de Namur, l'évidence des faits a forcé M. Dupont lui-même à revenir aux idées de M. Dewalque, en admettant la continuité de la sédimentation, là où il avait soutenu autrefois l'existence de lacunes stratigraphiques.

Il est vrai que, par compensation, M. Dupont admet aujourd'hui l'existence de lacunes, là où il considérait autrefois la sédimentation comme continue (entre les anciennes assises I et II, par exemple, dans le massif de Dinant) ; mais, à moins de dire que le principe des lacunes est pour M. Dupont un principe à priori dont la vérité doit être admise indépendamment de toute observation, c'est là une théorie des lacunes toute nouvelle, puisque les bases sur lesquelles elle s'appuie sont différentes et sont même en contradiction avec les bases de la théorie des lacunes anciennement admises par le directeur du Musée ; une théorie scientifique ne peut, en effet, se concevoir indépendamment des faits concrets qui servent à l'établir. — Puis M. de la Vallée, d'accord en cela avec M. Gosselet, nous a démontré clairement, en s'appuyant sur des raisons semblables à celles qu'exposait M. Dewalque il y a 25 ans, que ces nouvelles lacunes ne résistent pas mieux à l'examen que les anciennes. D'ailleurs, certains passages des derniers écrits de M. Dupont tendraient à faire penser qu'il n'a pas lui-même une foi bien robuste dans ses nouvelles lacunes ([1]). Enfin j'ajouterai, qu'à mon avis, des faits du même ordre que ceux qui nous ont fait rejeter la

([1]) Voir, par exemple, *Explication de la feuille de Modave*, p. 11 et 12, et *Explication de la feuille de Dinant*, p. 40.

lacune entre T et V 1 *a* tendent à prouver que la sédimentation s'est faite d'une manière continue là où le calcaire à crinoïdes est en contact immédiat avec la dolomie.

De l'étude que nous venons de faire, il ressort également que les couches rangées autrefois dans les assises III, IV et II par M. Dupont constituent, comme le prétendait M. G. Dewalque, de simples facies locaux [1] de la partie

[1] M. Dupont prétend trouver dans les caractères paléontologiques la preuve que l'assise de Waulsort est une assise bien distincte de l'assise de Tournay. Nous nous permettrons de rappeler que M. Dupont s'est toujours appuyé sur la paléontologie comme sur un argument irréfutable, pour prouver les théories les plus contradictoires qu'il a admises successivement. C'est à Tournay, nous dit, en 1863, M. Dupont (*Sur le calcaire carbonifère de la Belgique et du Hainaut Français*. Bull. Acad. de Belg., 2e s., t. XV, p. 100), qu'a été reconnue la faune qui caractérise le IIIe niveau. Peu de temps après cependant, le calcaire de Tournay tout entier quittait le IIIe niveau, pour descendre dans le Ier, dont il est aujourd'hui le type. C'est encore la paléontologie qui prouvait l'individualité des six assises et confirmait l'ordre de leur superposition (*Essai d'une carte géologique des environs de Dinant*, et alibi passim); c'est elle, en particulier, qui prouvait la nécessité de séparer le calcaire noir de Dinant en deux horizons, l'un inférieur et l'autre supérieur aux assises III et IV, et l'incroyable lacune admise pendant longtemps par M. Dupont entre ces deux horizons en contact dans le massif de Dinant ; car, disait M. Dupont, « les faunes à *Productus Heberti* ou faune II et à *Evomphalus serus* ou faune V sont en contact immédiat dans les massifs de Berlaimont et de Dinant. Elles sont, au contraire, séparées dans le massif d'Avesnes par la faune III, et dans celui de Falmignoul, par les faunes III et IV. » (*Notice sur le marbre noir de Bachant* (*Hainaut Français*). Bull. Acad. de Belg., 2e s., t. XVII (1864), p. 191 et 192).— Nous avons, il est vrai, aujourd'hui, les derniers travaux de L.-G. De Koninck, mais il faut remarquer d'abord que De Koninck tient grand compte du niveau géologique occupé par les fossiles, pour établir les espèces. « Si, dit-il (Annales du Musée d'histoire naturelle de Belgique. — Série Paléontol., t. VI, p. 4), aux caractères différentiels constatés entre des spécimens provenant d'assises différentes, *quelque faibles qu'ils soient*, vient s'ajouter une constance bien établie, il me semble loisible d'admettre que ces spécimens appartiennent à des espèces distinctes, et c'est ainsi que je les considérerai. » L'auteur n'est d'ailleurs pas fort exigeant pour reconnaître cette *constance ;* car il établit plusieurs espèces sur un petit nombre d'échantillons, parfois même sur un seul. — En second lieu, l'ensemble des fossiles de la 2e colonne des listes de De Koninck (Bull. du Musée d'histoire naturelle de Belgique, t. II, p. 256 seq. — Ann. du Musée d'histoire naturelle de Belgique, t. VIII, p. 224 B seq.) ne semblent pas donner la faune de l'étage de Waulsort

supérieure de l'assise à crinoïdes de Dumont, à moins toutefois que ces formations spéciales n'empiètent également sur la partie inférieure de l'assise de dolomie de Dumont, ce qui, sans être encore bien prouvé, n'est pas improbable, mais ne modifierait pas essentiellement les vues exposées en 1863 et défendues depuis lors par M. Dewalque. M. Dupont a eu depuis lors le mérite de nous faire connaître l'origine de plusieurs de ces roches spéciales; mais il n'en est pas moins vrai qu'*après un quart de siècle de discussions et d'études, la victoire complète et définitive est restée aux doctrines de M. Dewalque.*

Après de chaleureux remerciements à M. Ch. de la Vallée Poussin, la plupart des membres de la Société se sont séparés à Falmagne. Quelques-uns sont revenus, rapidement et sans s'arrêter, par la vallée de la Lesse.

tel que le comprend M. Dupont, mais seulement la faune de certaines roches spéciales de cet étage. De Koninck range, en effet, dans son *étage inférieur*, les assises I et II et une partie de l'assise III. Pour ne rien dire de l'assise II, les couches Ig et III a, que M. Dupont range aujourd'hui dans le Waulsortien, appartiennent donc au niveau inférieur de De Koninck. De plus, si l'on examine en détail les gisements des fossiles rangés dans la 2e colonne de De Koninck, on s'aperçoit facilement que ces fossiles ont été trouvés presque exclusivement dans du calcaire à stromatoporoïdes, ou du moins, dans du calcaire ayant les plus intimes rapports avec ces roches construites. C'est donc la *liste des espèces qui fréquentaient les coralliaires constructeurs* que nous fournit De Koninck. S'il nous était permis d'appliquer ici les règles de terminaison adoptées ailleurs par M. Gosselet, nous pourrions dire que De Koninck nous offre plutôt la *faune Waulsorteuse* que la *faune Waulsortienne.* — La différence de cette faune avec la faune de Tournay ne peut nous éclairer sur l'âge relatif des couches Waulsortiennes du rocher Bayard ou du Bastion et des couches situées vers la limite du Tournaisien et du Viséen à Leffe ou à Yvoir. Or, c'est là la question qui se pose aujourd'hui devant nous, et nous ne pensons pas que la paléontologie l'ait résolue jusqu'ici. Du reste, s'il en était autrement, M. Dupont aurait-il écrit ce que nous lisons dans les passages auxquels renvoie la note ci-dessus ?

NOTICE [1]

SUR

FRANÇOIS-LÉOPOLD CORNET

né à Givry (Hainaut), le 21 février 1834, mort à Mons le 20 janvier 1887.

François-Léopold Cornet naquit à Givry (Hainaut), le 21 février 1834, de Jean-Baptiste Cornet, modeste employé de la douane, et de Marie-Rose Aguillera. Celle-ci était une femme douée d'un caractère énergique et persévérant, dont son fils hérita; c'est elle surtout qui le poussa vers les études et l'y soutint jusqu'à la fin, malgré les déplacements imposés au père par sa position, et l'éloignement de tout grand établissement d'instruction.

Bientôt la famille quitta Givry pour Peissant, où le jeune François entra à l'unique et modeste école du village: à l'âge de quatre ans, il savait lire. Il quitta bientôt cette école pour celle de Solre-sur-Sambre, à cinq kilomètres de Peissant, et tous les jours il faisait ce chemin matin et soir, à travers les bois et les champs, par tous les temps.

L'école de Solre-sur-Sambre était dirigée par un homme intelligent, d'une instruction solide et d'un caractère élevé, M. Beauraing, qui a laissé les meilleurs souvenirs dans la contrée et dont notre ami a souvent parlé avec la plus vive gratitude. A cette époque, l'instituteur jouissait de beaucoup de liberté pour les limites de son enseignement. Aussi, le jeune Cornet, après avoir parcouru rapidement le

[1] Le Conseil a décidé la reproduction de cette notice, publiée par M. G. Dewalque dans l'*Annuaire de l'Académie* pour 1889.

programme ordinaire de ce genre d'écoles, put aborder, sous la direction d'un bon maître, puis continuer seul l'étude de branches qui, aujourd'hui, sont exclusivement du ressort de l'enseignement moyen, particulièrement les mathématiques, la géographie, l'histoire et la littérature. Toutes ces études lui étaient également aisées, mais les mathématiques l'attiraient tout spécialement. D'ailleurs sa vie ne fut qu'une longue étude dans laquelle l'archéologie, l'économie politique, la géographie et l'histoire occupaient une place importante, à côté des langues étrangères, si utiles à ses travaux d'ingénieur et de géologue. Toutes ces connaissances, il les dut à ses seuls efforts.

Cornet arriva ainsi à l'âge de seize ans. Ses parents, comme il arrive trop souvent à la campagne, caressaient depuis longtemps l'espoir de lui trouver une place dans une administration quelconque de l'État : grâce à l'intervention énergique de M. Ménétrier, professeur à l'École provinciale des mines du Hainaut, ils consentirent à le laisser entrer à cet établissement. Il en sortit en 1853, à l'âge de dix-neuf ans, après des études brillantes, bien qu'elles eussent été interrompues quelque temps par une maladie.

Au sortir de l'école, Cornet entra au charbonnage de la Vallée-du-Piéton, à Roux, où il passa quelques années. Il fut ensuite appelé an charbonnage du Bois, à Quaregnon, en qualité de directeur des travaux, puis d'ingénieur-directeur-gérant. Il y présida à d'importants travaux, notamment au creusement d'un puits assez profond et à l'établissement d'une machine d'exhaure à traction directe : le monde charbonnier fut frappé de la rapidité avec laquelle ce travail avait été effectué. Il organisa aussi la transformation de la Société civile en Société anonyme.

En 1859, Cornet fut appelé au charbonnage de Sars-Longchamps-et-Bouvy, à Saint-Vaast, en qualité de directeur des travaux. Il y établit le nouveau siège, n° 6, comprenant

un puits à grande section, divisé en trois compartiments, dont le principal était réservé pour l'extraction, tandis que les deux autres étaient affectés à une machine d'épuisement et à une *Fahrkunst*. Plus tard, la Société s'étant décidée à employer l'air comprimé pour l'exploitation et l'extraction de couches en vallée, il fut envoyé en Angleterre pour y étudier le fonctionnement des appareils en usage. Le résultat de ses études fut l'établissement, au nouveau siège, d'un compresseur à vapeur de la force de cent chevaux, fournissant l'air comprimé à diverses machines placées à l'intérieur. Cette installation, parfaitement réussie pour l'époque, fit grand honneur à notre ingénieur; elle était la première sur le continent. Elle fut visitée par beaucoup d'ingénieurs, et fut récompensée d'une médaille d'argent à l'Exposition internationale de Paris, en 1867. Depuis lors, cet emploi de l'air comprimé a pris une grande extension, tant chez nous que chez nos voisins de l'Est et du Midi.

Dix ans plus tard, Cornet fut appelé au charbonnage du Levant-du Flénu, à Cuesmes, comme ingénieur des travaux. Bientôt, le premier sur le continent, il y établit un système de transport par chaînes flottantes, mettant en rapport tous les puits avec un triage central. Il y établit aussi, perfectionnées par lui, des machines à comprimer l'air, avec injection d'eau pulvérisée pendant la compression, et des machines souterraines à air comprimé, avec injection d'eau pendant la détente; ces dernières étaient particulièrement affectées au transport. Cornet réédifia aussi le siège n° 19 en matériaux incombustibles. Cette installation est une des premières de ce genre faites en Belgique; elle a servi de type pour la reconstruction des autres sièges du Levant-du-Flénu.

Nommé directeur-gérant de ce charbonnage en 1879, Cornet ne tarda pas à regretter cet avancement, qui le détournait des travaux de l'ingénieur pour l'absorber dans les

questions commerciales. Il se retira en 1881, avec le grade de directeur-conseil, qu'il a gardé jusqu'à sa mort.

A la Société Générale, qui patronne les deux charbonnages de Sars-Longchamps et du Levant-du-Flénu, on retrouve les marques de la fréquente intervention de Cornet, lorsqu'on avait à s'éclairer sur des questions industrielles et techniques. Ses nombreux rapports sont encore lus souvent avec intérêt et attestent sa profonde science d'ingénieur. La confiance que l'on avait en lui, il ne la devait pas seulement à son savoir et à la sûreté de son jugement, mais aussi aux sentiments d'honnêteté indiscutable dont sa vie n'a été qu'une suite de preuves.

En quittant le Levant-du-Flénu, Cornet ne cédait pas simplement aux sentiments que j'ai rappelés tout à l'heure. Une nouvelle industrie, dite des phosphates, était née autour de Mons à la suite de la découverte qu'il avait faite conjointement avec son ami Briart, de la présence du phosphate de chaux dans la craie brune de Ciply. Il voulut y prendre part et créa la Société d'exploitation de phosphates de Mesvin-Ciply, dont il eut la direction. Malheureusement, ses établissements, contrariés par la crise industrielle, ne prospérèrent point. Il renonça à sa place de directeur et abandonna définitivement l'industrie pour se tourner exclusivement vers la science. Mais, depuis plusieurs années, sa santé s'altérait; ses forces diminuèrent rapidement, et le 20 janvier 1887, il rendit le dernier soupir à Mons, où il résidait depuis quatre ans, après quelques jours d'une bronchite qui avait d'abord paru sans gravité.

Ainsi fut enlevé, dans toute la force de l'âge, un homme de bien dont la perte a laissé les plus vifs regrets. Époux modèle, il était d'une bonté extrême avec ses enfants, mais aussi d'une fermeté inébranlable et sévère. Comme ami, je n'aurais qu'à rappeler plus de trente ans de collaboration affectueuse avec M. Briart : cela suffit pour

faire son éloge. Franc et ouvert, universellement estimé pour sa loyauté parfaite et son honnêteté indiscutable, il s'était acquis les sympathies de tous et l'affection de ceux qui l'avaient connu de plus près. S'il mettait parfois certaine brusquerie dans les discussions, elle était si bien tempérée par sa bonhomie que nul n'y prenait garde. Sa réputation d'intégrité et de droiture le fit consulter souvent, tant par ses confrères que par la justice ou les membres du barreau. Sévère quand les circonstances l'exigeaient, il était plein de bienveillance envers tous ceux qui étaient sous ses ordres; prudent dans la conduite des travaux, il fit preuve plus d'une fois d'un grand sang-froid dans les tristes accidents qui semblent inséparables de l'industrie houillère. Il a laissé la réputation d'un ingénieur plein d'initiative et de persévérance, profondément instruit dans toutes les branches de son art.

Il s'occupa peu de politique. Il fit partie de l'administration communale de La Louvière à une époque où la politique n'avait pas encore envahi les conseils communaux de nos campagnes ; c'est là le seul mandat de ce genre qu'il remplit jamais. Il avait certainement des opinions politiques et philosophiques très arrêtées, mais il était très tolérant et il détestait les discussions sur ces sortes de sujets, discussions auxquelles il trouvait beaucoup d'inconvénients et bien peu d'avantages ; aussi entretint-il toute sa vie des rapports amicaux avec les hommes des partis les plus opposés.

La nouvelle de la mort d'un homme si bien doué éveilla partout les regrets les plus sympathiques; à ses obsèques accourut une foule émue d'ingénieurs, de savants, d'amis de tout rang et de toute profession ; et lorsque, au retour du cimetière, quelqu'un parla d'élever un monument à la mémoire de notre ami, cette idée trouva un écho dans tous les cœurs et un comité fut à peu près constitué séance

tenante. Les listes de souscription revinrent bientôt couvertes de noms; des savants étrangers s'empressèrent d'envoyer leur offrande. On se mit à l'œuvre et le monument fut inauguré le 25 novembre dernier [1].

Cornet se maria le 25 août 1858 à Quaregnon, alors qu'il était au charbonnage du Bois : il épousa Mademoiselle Louise Martin, dont il eut une fille et deux fils. Devenu veuf, le 8 juin 1868, il se remaria à La Louvière, le 4 mai 1870, avec Mademoiselle Florentine Caupain, qui lui donna deux filles. Il eut la douleur de perdre sa fille aînée en 1875. Cette mort fut pour lui un coup terrible, qui l'ébranla profondément et dont il ne se consola jamais.

Cornet faisait partie de diverses sociétés savantes. Sans parler de l'Académie, il était membre correspondant de la Société géologique de Londres, membre de la Société royale malacologique de Belgique, de la Société géologique de Belgique, de la Société des sciences, des lettres et des arts du Hainaut, du Cercle archéologique de Mons, de la Société des anciens élèves de l'École des mines du Hainaut, de la Société paléontologique et archéologique de Charleroi, de la Société royale belge de géographie, de la Société géologique de France, membre honoraire de la Société des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille et de la Société géologique du Nord.

[1] Ce beau monument, remarquable par sa simplicité, a été exécuté par M. Rombaux, sculpteur aux Écaussines. Sur un socle se dresse un bloc brut de petit granit, comme un obélisque brisé; il porte un médaillon de bronze, œuvre de M. L. Devillez, reproduisant les traits de Cornet.

Deux discours furent prononcés à cette occasion. M. G. Arnould, directeur général des mines, président du comité, rappela en excellents termes l'origine de l'entreprise et remit à la veuve et aux enfants de notre confrère le monument qui témoigne de l'estime et de l'affection de ses amis. M. Hardy, président de la section de l'Association des ingénieurs sortis de l'École des mines du Hainaut, rappela ensuite, avec sa haute compétence, la carrière du défunt. Enfin, M. H. Laroche, membre de la Société des sciences, des lettres et des arts du Hainaut, récita une poésie inspirée par la circonstance.

En sortant de l'école, Cornet entra, suivant l'usage, dans la Société des anciens élèves de l'École spéciale de commerce, d'industrie et des mines du Hainaut [1], et c'est dans le *Bulletin* de cette Société qu'il publia ses premiers travaux. Ils se rapportent généralement à ses occupations professionnelles. Le premier fut consacré à l'enfoncement du puits d'exhaure à la Société du Bois. Vint ensuite un travail, resté inachevé, consacré à la Description et comparaison des quatre principales méthodes d'exploitation de la houille employée en Belgique. La première partie, relative à la méthode du couchant de Mons, a seule paru. A Sars-Longchamps, il donna la description des machines à air comprimé qu'il y avait installées, et la fit bientôt suivre de considérations sur la production et l'emploi de l'air comprimé dans les mines. Ces deux travaux furent fort remarqués. Dans l'entretemps, il avait appelé l'attention sur les erreurs dans les plans miniers. C'est également dans ce *Bulletin,* en 1863, que parut sa première publication géologique, présentée en collaboration avec son ami, M. A. Briart, le 27 avril 1863. Cette communication est relative à la grande faille qui limite au Sud le terrain houiller belge; l'explication que les auteurs donnent du mécanisme de sa formation, la considérant comme due à un pli couché, est très remarquable, surtout pour cette époque.

En 1865, cette Association le nommait membre de son Conseil d'administration. En 1874, la Députation permanente du Conseil provincial du Hainaut le nomma membre de la Commission administrative de l'École des mines du Hainaut. Il a rempli ces fonctions jusqu'à sa mort. En mars 1876, un banquet lui fut offert à l'occasion de sa nomination de chevalier de l'ordre de Léopold. Trois ans plus tard,

[1] Aujourd'hui : Association des anciens élèves de l'École des mines du Hainaut.

l'Association lui offrait son portrait, lorsqu'il reçut la croix de la Légion d'Honneur.

La Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut ayant mis au concours la description du terrain crétacé, l'un des plus importants et des moins connus de cette province, Cornet et son ami Briart entrèrent dans la lice, et leur mémoire obtint la médaille d'or (1866) et parut bientôt après dans le tome I de la 3e série des *Mémoires et publications* de cette Société. A cette époque, les documents publiés sur ce terrain étaient rares et concis : la nouvelle description vint combler cette lacune. Tout n'était pas dit, certainement; mais les auteurs avaient pu joindre à de nombreuses observations personnelles une foule de renseignements précieux, qui eussent été impossibles à recueillir pour quiconque n'aurait point eu les mêmes relations dans le monde des ingénieurs; de tous ces documents ils avaient extrait un travail étendu, bien coordonné, renfermant de nombreux aperçus nouveaux ou originaux, fixant définitivement bien des points contestés, et en résumé, portant la connaissance du terrain crétacé du Hainaut à un niveau qui n'était dépassé que pour les terrains les plus anciens du pays, grâce aux mémoires de Dumont sur le terrain ardennais et sur le terrain rhénan.

Il est agréable d'avoir à rappeler que le Conseil d'administration de Sars-Longchamps ne resta pas indifférent : il remit à son ingénieur un excellent chronomètre, avec une inscription rappelant ses succès.

Cornet donna encore quelques publications à cette Société notamment, et en collaboration avec MM. Briart et Houzeau, un Rapport sur les découvertes géologiques et archéologiques faites à Spiennes, en 1867, dans lequel, à côté d'importants renseignements sur les dépôts quaternaires de la localité, on rencontre la première description des travaux que l'homme de l'âge néolithique y avait entre-

pris pour l'exploitation du silex de la craie, silex qu'il employait à la confection de ses outils.

J'ai rappelé sur la tombe de Cornet que ses premières relations avec l'Académie remontent à plus de vingt ans. Je ne crois pas pouvoir mieux faire que de reproduire ce passage de mon discours.

« En juillet 1865, il lui présenta une *Notice sur la découverte, dans le Hainaut, d'un calcaire grossier avec faune tertiaire, au-dessous des sables rapportés par Dumont au système landenien.* Il avait eu pour collaborateur dans ce travail, son ami M. A. Briart, et il le conserva jusqu'au dernier jour; tous les travaux de ces deux excellents confrères, à bien peu d'exceptions près, sont signés Cornet et Briart, Briart et Cornet. J'aime à insister sur cet exemple de l'amitié qui peut unir deux savants, deux géologues, travaillant sur le même terrain et s'aidant mutuellement de leurs lumières, sans qu'on ait jamais pu discerner dans leurs écrits ce qui pourrait appartenir plus spécialement à l'un ou à l'autre [1]; mais cette collaboration, je le sens, n'est pas sans influencer les appréciations de celui qui a l'honneur de vous parler en présence du collaborateur resté seul pour terminer l'œuvre commune. »

« Ici pourtant, je puis rappeler sans hésitation les rapports si élogieux à la suite desquels l'Académie s'empressa d'accueillir le début de ces jeunes savants. Il y avait là, en effet, une découverte des plus importantes, nous montrant dans notre pays, au début des temps tertiaires, une faune nombreuse et variée, presque entièrement nouvelle, et rappelant par son facies la faune si riche d'une roche analogue, mais postérieure, le calcaire grossier de Paris. »

« Quelques autres notices ont été ensuite consacrées à cette formation par les deux amis. Elles servaient de préli-

[1] On a dit tout récemment que le nom de Cornet ou celui de son ami figurait en tête suivant que le travail était plus statigraphique ou plus paléontologique.

minaires à un travail de longue haleine, la description détaillée et accompagnée de figures de toutes les espèces animales qu'ils avaient recueillies dans le calcaire de Mons. La première partie fut présentée à l'Académie l'année suivante et parut bientôt dans le recueil in-4° des Mémoires des savants étrangers. Dans sa séance du 8 de ce mois, ce corps savant a voté l'impression de la 4e partie dans le recueil in-4° des Mémoires des membres de la Compagnie. »

Dans ce grand travail, qui est accompagné de vingt-six planches supérieurement dessinées d'après nature par M. Briart, sont décrites 318 espèces, dont 24 seulement étaient connues, sans compter 18 formes trop incomplètes pour recevoir un nom spécifique. Dans les dernières parties se trouvent les fossiles d'eau saumâtre, d'eau douce ou même terrestres, qui donnent à cette faune ce caractère d'estuaire sur lequel les auteurs ont justement insisté. Cette publication est certainement la plus importante, de beaucoup, que l'on connaisse sur la faune des premiers temps tertiaires.

Des travaux déjà nombreux et surtout le retentissement que la découverte du calcaire de Mons avait eu à l'étranger comme chez nous, avaient désigné leurs auteurs pour entrer à l'Académie. A la première place vacante, on se trouva fort embarrassé en présence de deux collaborateurs également recommandables; pour se tirer d'affaire on se décida en faveur du plus âgé. Ce fut seulement en 1873 que Cornet fut nommé membre correspondant. Il devint membre effectif en 1878.

Continuant leurs recherches sur le terrain crétacé du Hainaut, Cornet et son ami n'ont pas cessé d'apporter de temps à autre des perfectionnements à leur premier travail. Il est impossible de passer en revue les nombreux travaux qu'ils ont présentés sur ce sujet à l'Académie ou à d'autres sociétés savantes, du pays ou de l'étranger. J'examinerai seulement les deux mémoires principaux.

Le premier est la *Description minéralogique et stratigraphique de l'étage inférieur du terrain crétacé du Hainaut*. Cet étage avait été, à tort, considéré par Dumont comme l'équivalent de celui que l'on trouve à la base du terrain crétacé du Limbourg et auquel il avait donné le nom d'*Aachenien* d'après le nom allemand (*Aachen*) de la ville d'Aix-la-Chapelle.

Les auteurs, développant des idées déjà émises dans leur *Description du terrain crétacé du Hainaut*, sont d'avis que cette formation est due aux actions destructives des phénomènes météoriques sur les roches primaires, combinées à celles de nombreuses sources thermales. Cette action aurait commencé à la fin de la période houillère, pour se continuer jusqu'au moment où, par suite d'un affaissement du sol, les mers ont envahi la contrée (suivant toute probabilité, à la fin du dépôt du gault). Contrairement à l'avis de Dumont et d'autres, il n'y a pas de division à y établir.

Les seuls fossiles trouvés dans cet étage sont des cônes de pins et un tronc de cycadée, qui furent remis à feu notre confrère E. Coemans. Ils furent l'objet d'un mémoire descriptif, annexé au précédent, mais ils ne jettent aucune lumière sur la question de l'âge du dépôt dans lequel ils ont été rencontrés.

La *Description minéralogique, géologique et paléontologique de la Meule de Bracquegnies*, qui forme le deuxième étage crétacé, fut encore plus remarquée. Cette assise si intéressante était à peine connue, son âge, mal déterminé, et l'on n'y avait trouvé presque aucun fossile ; il est vrai de dire que, sauf deux ou trois affleurements très restreints, on ne la rencontre que par des travaux de mines. Les auteurs firent connaître la composition de cet étage et sa disposition géographique, telle qu'elle résulte des documents conservés dans les charbonnages du Hainaut.

La partie la plus importante est consacrée à la description de 93 espèces de fossiles, dont 42 sont nouvelles. Sur 51 espèces déjà connues, 42 se retrouvent dans le *green sand* de Blackdown.

Un autre mémoire, non moins important, est consacré à la division de la craie blanche du Hainaut en quatre assises. La première, craie de Saint-Vaast, est presque sans fossiles ; sa partie inférieure, stratifiée irrégulièrement en bancs épais peu fissurés, n'existe que sur le versant septentrional du bassin, où elle repose sur la partie la plus élevée de l'étage nervien, les *gris* des mineurs, dont elle est séparée par une dénudation avec de petits amas de glauconie. La partie supérieure est en bancs épais, très fissurés, sans silex. Viennent ensuite la craie d'Obourg, caractérisée surtout par *Belemnitella quadrata*, *Ananchites conoïdea* et *A. gibba ;* puis la craie de Nouvelles, caractérisée surtout par *Magas pumilus*. Au sommet est la craie de Spiennes, subgrenue, non traçante, rude au toucher, avec *Baculites Faujasi*, *Terebratulina striata*, *Fissurirostra Palissii*, *Rhynchonella limbata*, *Cardiaster granulosus*, etc.

Rappelons enfin les publications qui, à partir de la *Notice sur les gisements de phosphate de chaux dans le terrain crétacé du Hainaut*, appelèrent l'attention des savants et du public sur la quantité extraordinaire de cette substance, si importante pour l'agriculture, que l'on rencontre dans les environs de Mons et dont l'exploitation a pris rapidement un si grand développement.

Continuant à employer tous leurs loisirs à l'étude de la géologie et de la paléontologie du Hainaut, nos deux confrères étaient parvenus à réunir quantité de documents intéressants et de déterminations précises. Non seulement ils en profitèrent pour la publication de nombreuses notices que je ne puis rappeler ici, mais encore ils furent en état

de présenter au public savant, lors de l'Exposition nationale de Bruxelles, en 1880, une carte géologique de la partie centrale de la province du Hainaut, carte qui malheureusement n'est point parvenue à voir le jour jusqu'à présent. Elle occupait trente planchettes de la carte topographique au $^1/_{20000}$ publiée par l'Institut cartographique militaire. Elle permettait de constater combien la carte de Dumont est incomplète et erronée pour les affleurements des terrains crétacés et du terrain tertiaire. En outre, l'étude patiente et détaillée des systèmes de Dumont avait permis aux auteurs de les subdiviser.

On verra avec intérêt leur légende du terrain tertiaire de cette contrée.

Système bruxellien.	Sables à grès fistuleux et à grès calcarifères.
Système paniselien.	Sable glauconifère à grès lustré. Argile et sable argileux glauconifère, avec psammites.
Système ypresien.	Sables à *Nummulites planulata.* Argilites supérieures à *N. planulata.* Sables et grès du bois de Peissant. Argilites et argiles inférieures.
Système landenien.	Sables et argiles. — *Formation poldérienne supérieure.* Sables et grès blancs. — *Formation dunale.* Sables glauconifères ou silexifères. — *Formation marine.* Tufeau d'Angre, à *Pholadomya Konincki.* — *Formation marine.* Sables et argiles. — *Formation poldérienne inférieure.*
Système montien.	Calcaire d'eau douce du bassin de la Haine (sans affleurement). Calcaire grossier de Mons. Calcaire grossier de Cuesmes.

Voici de même la légende du terrain crétacé :

Sixième étage.	Tufeau de Ciply, poudingue de la Malogne.
Cinquième étage.	Craie brune phosphatée de Ciply, poudingue de Cuesmes. Craie grossière de Spiennes. Craie blanche de Nouvelles. Craie blanche d'Obourg. Craie blanche de Trivières. Craie blanche de Saint-Vaast.
Quatrième étage.	Craie glauconifère de Maisières ; *Gris* des mineurs. Silex de Saint-Denis ; *Rabots.* Marnes bleues ou vertes, à concrétions siliceuses ; *Fortes toises.* Marnes grises ou vertes à *Terebratulina gracilis ; Dièves supérieures* d'Autreppe. Marnes bleues à *Inoceramus mytiloïdes ; Dièves inférieures* d'Autreppe. Marnes glauconifères à *Pecten asper ; Tourtia de Mons.*
Troisième étage.	Poudingue calcareux, limonitifère ; *Tourtia de Montignies-sur-Roc.*
Deuxième étage.	Grès et sables glauconifères ; *Meule de Bracquegnies.*
Premier étage.	Argiles et sables d'Hautrage.

Ingénieur de charbonnages, Cornet devait attacher un intérêt spécial à tout ce qui concerne le terrain houiller et les accidents stratigraphiques qu'on y rencontre. On lui doit notamment une note sur les irruptions subites de grisou et une autre sur les relations entre les dégagements de ce gaz et les perturbations atmosphériques. Appelé à collaborer à la rédaction de *Patria belgica*, il écrivit pour

cette grande publication l'article *Mines et carrières*, où l'on reconnaît, dans la coordination de nombreux documents surtout industriels, l'œuvre d'un géologue qui a fait ses preuves sur le terrain. A l'occasion de l'Exposition internationale de Paris, en 1878, il rédigea, sous le titre de *La Belgique minérale*, l'introduction au *Catalogue* de la section belge; on y retrouve le même talent d'exposition. Il en est de même pour *Le bassin houiller belge* dans les *Notices sur l'exposition collective, à Anvers, en* 1885, *des charbonnages patronnés par la Société générale.* N'oublions pas une note, en collaboration avec M. Briart, sur ces singuliers effondrements de terrain qu'ils ont fait connaître sous le nom de *puits naturels.*

Cornet, comme son ami Briart, avait concouru en 1874 à la fondation de la Société géologique de Belgique, qui avait choisi son siège à Liége. Il ne cessa pour ainsi dire jamais de faire partie de son conseil d'administration ; maintes fois élu vice-président, il fut appelé à la présidence pour l'année 1877-78. Là, comme ailleurs, il se fit remarquer par l'originalité de ses vues autant que par l'étendue de ses connaissances et la netteté de son exposition. Il y joua un des premiers rôles dans l'affaire de la Carte géologique détaillée de la Belgique, mais je crois devoir m'abstenir d'en esquisser l'histoire. C'est dans les *Annales* (t. IV) de cette Société qu'il publia, toujours en collaboration avec son ami Briart, le mémoire *Sur le relief du sol en Belgique après les temps paléozoïques.* Cette œuvre magistrale, remarquable par l'originalité et l'ampleur des vues, fut fort remarquée à l'étranger; nous en avons les témoignages écrits de savants que l'on s'accorde à reconnaître comme les plus compétents dans ces sortes de questions. Nous aurions voulu en donner l'analyse, mais elle est d'un caractère tellement technique et exigerait de tels développements que nous avons dû y renoncer. Contentons-nous

de dire que l'étude attentive des grandes failles de notre bassin houiller leur a permis de reconnaître toutes les phases des phénomènes qui ont donné lieu à ces grands accidents stratigraphiques, en produisant des dénivellations colossales qui ont disparu vers l'époque crétacée.

« Cette partie de notre pays, disent les auteurs, si complètement nivelée, fut cependant, dans les temps géologiques, l'une des régions les plus accidentées du globe. Elle était occupée par des montagnes qui ne le cédaient pas en relief aux Alpes actuelles et qui appartenaient à une chaîne traversant, des côtes de la Manche aux rives de la Roer, les contrées qui forment aujourd'hui le nord de la France, la Belgique et la partie occidentale de la province rhénane, et se raccordant probablement, au delà de ces limites, à d'autres chaînes également disparues. »

Dans ces derniers temps, Cornet mettait la dernière main à une carte de nos bassins houillers, y compris les formations avoisinantes : elle aurait présenté sans doute beaucoup d'intérêt. Nul ne connaissait comme lui le calcaire carbonifère du Hainaut; il en avait visité toutes les carrières en ingénieur et en géologue; naguère encore il m'entretenait d'un grand travail qu'il préparait sur cet étage, objet de si vives controverses. Il nous a été enlevé dans toute la force de l'âge et la maturité du talent : la science ne pouvait guère faire une plus grande perte dans notre pays.

LISTE DES OUVRAGES DE F.-L. CORNET.

PUBLICATIONS ACADÉMIQUES.

Mémoires.

Description minéralogique et stratigraphique de l'étage inférieur du terrain crétacé du Hainaut (système aachénien de Dumont). En collaboration avec M. A. Briart. (*Mém. des savants étrangers*, in-4°, t. XXXIII.)

Description minéralogique, géologique et paléontologique de la Meule de Bracquegnies. Idem. (*Ibid.*, t. XXXIV.)

Sur la division de la craie blanche du Hainaut en quatre assises. Idem. (*Ibid.*, t. XXXV.)

Description des fossiles du calcaire grossier de Mons. Première partie : Gastéropodes. Idem. (*Ibid.*, t. XXXVI.)

Idem. Deuxième partie : Gastéropodes (suite). Idem. (*Ibid.*, t. XXXVII.)

Idem. Troisième partie : Supplément aux deux précédentes. Idem (*Mém. de l'Académie*, t. XLIII.)

Idem. Quatrième partie : Gastéropodes (fin). Idem. (*Ibid.*, t. XLVII.)

BULLETINS (2me série).

Notice sur la découverte, en dessous des sables rapportés par Dumont au système landénien, d'un calcaire grossier avec faune tertiaire. Publiée avec M. A. Briart. (T. XX.)

Sur des ossements fossiles humains recueillis dans les environs de Spiennes (communication à M. Van Beneden). (T. XXII.)

Notice sur l'extension du calcaire grossier de Mons dans la vallée de la Haine. Publiée avec M. A. Briart. (T. XXII.)

Communication relative au poudingue de la Malogne, près de Ciply (lettre à M. G. Dewalque). (T. XXII.)

Note sur l'existence, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, d'un dépôt contemporain du système du tufeau de Maestricht et sur l'âge des autres couches crétacées de cette partie du pays. Publiée avec M. A. Briart. (T. XXII.)

Sur l'âge des silex ouvrés de Spiennes. Idem. (T. XXV.)

Notice sur les dépôts qui recouvrent le calcaire carbonifère à Soignies. Idem. (T. XXVII.)

Note sur les puits naturels du terrain houiller. Idem. (T. XXIX.)

Notice sur la position stratigraphique des lits coquillers dans le terrain houiller du Hainaut. (T. XXXIII.)

Notice sur les gisements de phosphate de chaux dans le terrain crétacé de la province de Hainaut. Idem. (T. XXXVII.)

Rapport sur les mémoires envoyés à l'Académie en réponse à la question : " On demande la description du système houiller du bassin de Liége. „ (T. XL.)

Rapports sur les inscriptions pour les médailles de concours décernées à MM. Malherbe et de Macar. Publiés avec MM. A. Briart et G. Dewalque. (T. XLI.)

Rapport : Sur les dépôts dévoniens rapportés par Dumont à l'étage quartzoschisteux inférieur de son système eifélien, avec etc., par M. Mourlon. (T. XLI.)

Note sur l'existence d'un calcaire d'eau douce dans le terrain tertiaire du Hainaut. Publiée avec M. A. Briart. (T. XLIII.)

Note sur quelques massifs tertiaires de la province de Hainaut. Idem. (*Ibid.*)

Rapport sur la description des Échinides du calcaire grossier de Mons, par M. Cotteau. (T. XLV.)

Sur les éruptions subites du grisou dans les travaux d'exploitation de la houille. (T. XLVII.)

(3me *série.*)

Le grisou et les perturbations atmosphériques. (T. I.)

Rapport : Sur la position stratigraphique des restes de mammifères terrestres recueillis dans les couches de l'éocène de Belgique, par M. A. Rutot. Publié avec M. A Briart. (*Ibid.*)

Rapport : Sur le grisou, par M. Spanoghe. (T. V.)

Rapport: Contribution à l'étude des eaux alimentaires, et spécialement de celles de la ville de Louvain, par M. Blas. (T. VII.)

Note sur la découverte d'un silex taillé, dans les alluvions quaternaires. (*Ibid.*)

Sur l'Origine du phosphate de chaux de la craie brune phosphatée des environs de Ciply. (T. XI.)

Ouvrages non publiés par l'Académie.

Enfoncement du puits d'exhaure de la Société du Bois, à Quaregnon. (*Bulletin de la Société des Ingénieurs sortis de l'Ecole des mines de Mons*, années 1856-1858.) 1 feuille et 1 pl.; in 8°.

Description et comparaison des quatres principales méthodes d'exploitation de la houille employées en Belgique. Première partie: Méthodes du Couchant de Mons (*Ibid.*, 8e bulletin, année 1861.) 3 feuilles et 1 pl.; in 8°.

Communication relative à la grande faille qui limite au sud le terrain houiller belge. En collaboration avec M. A. Briart. (*Ibid.*, 11e bulletin, séance du 3 mai 1863.)

Description des machines à air comprimé installées par la Société des charbonnages de Sars-Longchamps-et-Bouvy. (*Ibid.*, 12e bulletin, 1re livraison, année 1865.) 2 feuilles avec 2 pl.; in-8°.

Note sur un système de transport par chaîne flottante employé dans les mines du Lancashire. (*Ibid.*, 12e bulletin, 2e livraison, année 1865.) 1 feuille; in-8°.

Sur les erreurs dane les plans miniers. (*Ibid.*, 2e série, T. V.) 1 feuille; in-8°.

Considérations sur la production et l'emploi de l'air comprimé dans les travaux d'exploitation des mines. (*Ibid.*, 2e série, T. VI.) 2 feuilles et 1 pl.; in-8°.

Description minéralogique, paléontologique et géologique du terrain crétacé du Hainaut. En collaboration avec M. A. Briart. (Travail couronné par la Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut et publié dans ses *Mémoires et publications*, 3e série, t. I.) Mons 1867; 1 vol. de 193 pages, avec 4 pl.; in-8°.

Description de trois Rhynchonelles de la craie grise ou gris des

mineurs, de Saint-Vaast et de Maisières. Idem. (*Ibid.*, 3e série, t. I.) Mons 1867; 1 feuille et 1 pl.; in-8.

Rapport sur les découvertes géologiques et archéologiques faites à Spiennes en 1867. En collaboration avec MM. A. Briart et A. Houzeau. (*Ibid.*, 3e série, t. II.) Mons, 1868; 3 feuilles avec 12 pl.; in-8o.

(Ce travail a été réimprimé à Mons en 1872, à l'occasion de la réunion, à Bruxelles, du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique.)

L'antiquité de l'homme en Belgique. (*Ibid.*, 3e série, t. II.) Mons, 1868; 12 p. in-8o.

L'homme de l'âge du mammouth dans la province de Hainaut. En collaboration avec M. A. Briart. (Compte rendu de la 6e session du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistorique.) Bruxelles, 1873; 2 feuilles et 7 pl.; in-8o.

L'âge de la pierre polie et les exploitations préhistoriques de silex dans la province de Hainaut. Idem. (*Ibid.*) 2 feuilles et 11 pl.; in-8o.

Notice sur le terrain crétacé de la vallée de l'Hogneau et sur les souterrains connus sous le nom de *Trous des Sarrasins*, des environs de Bavay. Idem. (*Mémoire de la Société des sciences, de l'agriculture et des arts de Lille*, 3e série, t. XI.) Lille, 1873, 1 feuille et 1 pl.; in-8o.

Mines et carrières. (*Patria Belgica*, t. I.) Bruxelles, 1873; 3 feuilles; in-8o.

Note sur la découverte de l'étage du *calcaire de Couvin* ou des *schistes et calcaires à Calceola sandalina*, dans la vallée de l'Hogneau. En collaboration avec M. A. Briart. (*Annales de la Société géologique de Belgique*, t. I.) Liége, 1874; 1 feuille et 1 pl.; in-8o.

Sur la présence du système tongrien de Dumont dans le pays de Herve, sur la rive droite la Meuse. Idem. (*Ibid.*, t. II.) Liége, 1875; 2 pages; in-8o.

Note sur l'existence, dans le terrain houiller du Hainaut, de bancs de calcaire à crinoïdes. Idem. (*Ibid.*, t. II.) Liége, 1875; 1 feuille; in-8o.

Sur le synchronisme du système *hervien* de la province de Liége

et de la craie blanche moyenne du Hainaut. Idem. (*Ibid.*, t. II.) Liége, 1875; 1 feuille; in-8°.

Compte rendu de l'excursion de la Société géologique de Belgique dans la vallée de la Sennette, le 10 septembre 1876. (*Ibid.*, t. III.) Liége, 1876; 3 pages; in-8°.

Sur un gisement de combustible dans les Alpes transylvaniennes. (*Ibid.*, t. IV.) Liége, 1877; 1 feuille avec 2 pl.; in-8°.

Notice sur le bassin houiller limbourgeois. (*Ibid.*, t. IV.) Liége, 1877; 1 feuille; in-8.

Sur le relief du sol en Belgique après les temps paléozoïques. En collaboration avec M. A. Briart. (*Ibid.*, t. IV.) Liége 1877; 3 feuilles et 7 pl.; in-8°.

Sur la craie brune phosphatée de Ciply. Idem. (*Ibid.*, t. V.) Liége, 1878; 1 feuille; in-8°.

Sur la rencontre d'ossements d'*Iguanodon* dans un accident du terrain houiller de Bernissart. (*Ibid.*, t. V.) Liége, 1878; 4 pages; in-8°.

Notice sur la carte géologique de la partie centrale de la province de Hainaut exposée à Bruxelles en 1880. En collaboration avec M. A. Briart. (*Ibid.*, t. VII.) Liége, 1880; 1 feuille; in-8°.

Quelques mots sur certaines assises crétacées des environs de Mons. (*Ibid.*, t. XI.) Liége, 1884; in-8°.

Rapport sur un travail de M. M. Lohest intitulé: Le conglomérat à Silex et les gisements de phosphate de chaux de la Hesbaye. (*Ibid.*, t. XII.) Liége, 1885; in-8°.

Sur l'époque de l'enrichissement du phosphate de chaux aux environs de Mons. (*Ibid.*, t. XIII.) Liége, 1886; 1 page; in-8°.

On the Upper Cretaceous Series and the Phosphatic Beds in the neighbourhood of Mons (Belgium). (*Quart. Journ. geolog. Soc.*, Aug., 1886.)

Sur l'âge du tufeau de Ciply. (*Annales de la Société géologique de Belgique*, t. XIII.) Liége, 1886; 5 pages; in-8°.

Les gisements de phosphate de chaux de la craie de Maisières. (*Ibid.*, t. XIII.) Liége 1886; 5 pages; in-8°.

Les gisements de phosphate de chaux du département de la Somme. (*Ibid.*, t. XIV.) Liége, 1887; 8 pages; in-8°.

La Belgique minérale. (Introduction au *Catalogue de l'exposition minérale belge à Paris.*) Liége, 1878; 4 feuilles; in-8°.

Notice sur l'accident qui affecte l'allure du terrain houiller entre Boussu et Onnaing. En collaboration avec M. A. Briart. (*Annales de la Société géologique du Nord*, t. III.) Lille, 1876; 1 feuille; in-8°.

Découverte de la meule aux environs de Valenciennes. (*Bulletin scientifique du département du Nord*, t. I.) Lille, 1869; 1 page; in-8°.

Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France, à Mons, du 30 août au 4 septembre 1874. En collaboration avec M. A. Briart. (*Bulletin de la Société géologique de France*, 3e série, t. II.) Paris, 1875; in-8°.

Sur les dépôts dits aachéniens du Hainaut et le gisement des *Iguanodon* de Bernissart. (*Ibid.*, 3e série, t. VIII.) Paris, 1881; in-8°.

Description de quelques coquilles fossiles des argilites de Morlanwelz. En collaboration avec M. A. Briart. (*Annales de la Société royale malacologique de Belgique*, t. III.) Bruxelles, 1878; 1 feuille et 1 planche; in-8°.

Compte rendu de l'excursion faite, par la Société malacologique de Belgique, aux environs de Ciply, le 20 avril 1873. Idem. (*Ibid.*, t. VIII.) Bruxelles, 1873; 1 feuille; in-8°.

Questions d'intérêt général pour toutes les Sociétés scientifiques. (*Ibid.*, t. X.) Bruxelles, 1875; 1 page; in-8°.

Note sur deux gisements des sables et argiles d'Hautrages. (*Ibid.*, t. XX.) Bruxelles, 1885; 1 feuille; in-8°.

Sur une coupe observée à Mesvin, dans le terrain quaternaire; (*Ibid.*, t. XX.) Bruxelles, 1885; 1 feuille et 1 planche; in-8°.

Sur l'âge du tufeau de Ciply. En collaboration avec M. A. Briart. (*Ibid.*, t. XX.) Bruxelles, 1885; 8 pages; in-8°.

Le bassin houiller belge. (*Notices sur l'exposition collective à Anvers, des charbonnages patronnés par la Société générale pour favoriser l'industrie nationale.*) Bruxelles, 1885; 2 feuilles, in-8°.

Rapport sur le levé géologique des planchettes de Malines, Saint-Nicolas, Tamise, Beveren, Anvers, Boom, inséré à la suite du texte explicatif de cette dernière planchette. En collaboration avec M. Ch. de la Vallée Poussin. Bruxelles, 1880; 8 pages; in-8°.

Rapport sur le levé géologique des planchettes de Lierre, Putte et Heyst-op-den-Berg, inséré à la suite du texte explicatif de cette dernière planchette. Idem. Bruxelles, 1880; 4 pages; in-8°.

Rapport sur le levé géologique des planchettes de Boisschot et d'Aerschot, inséré à la suite du texte explicatif de cette dernière planchette. Idem. Bruxelles, 1880; 5 pages, in-8°.

Carte des bassins houillers belges. Inédite.

MÉMOIRES

ÉTUDE GÉOLOGIQUE

DES

GISEMENTS DE PHOSPHATE DE CHAUX

DU CAMBRÉSIS,

PAR **X. STAINIER,**

Dr EN SCIENCES NATURELLES.

La liste déjà longue des gisements de phosphate de chaux vient encore de s'enrichir par une découverte qui promet de n'être ni parmi les moins intéressantes ni parmi les moins productives.

Excités par une consommation toujours croissante, des chercheurs intelligents sont à l'œuvre et dans tous les pays mettent au jour le précieux et utile minéral dont les allures si étranges sont encore si peu familières à la science pure que bien souvent il passerait inaperçu sans le flair des gens du métier. Tel a été le cas pour les phosphates de la Somme, comme aussi pour les phosphates du Cambrésis (département du Nord).

Ayant été appelé à examiner la valeur de ce nouveau

gisement, j'ai été à même d'y faire une nombreuse série d'observations.

J'ai été grandement aidé dans ma mission par les ingénieurs distingués MM. L. Chateau et C. Moïse qui sont les auteurs de cette belle découverte. Je me plais ici à les remercier pour le bienveillant concours qu'ils m'ont prêté dans l'étude de ces phosphates qu'ils connaissent si bien.

La découverte dont nous venons de parler a eu pour théâtre la vallée d'un petit affluent de l'Escaut supérieur, La Selle, qui creuse son lit dans les assises de la craie turonienne et sénonienne. Les gisements actuellement reconnus s'étendent entre Le Cateau et Solesmes sur le territoire des communes de Briastre, Neuvilly, Viesly, Montay et Le Cateau. Ils s'y présentent sous la forme de deux longues bandes d'environ six kilomètres de long courant parallèlement des deux côtés de la Selle. Leur situation y est toujours nettement délimitée ; en effet, lorsqu'on s'élève sur les escarpements qui bordent la rivière, on les retrouve toujours commençant à mi-côte vers l'altitude de 115 mètres et s'étendant jusqu'à la naissance du plateau vers l'altitude de 130 mètres. Les escarpements dont nous venons de parler sont interrompus de temps en temps par des ruisseaux venant affluer à la rivière sur ses deux rives et coulant dans des dépressions plus ou moins accentuées.

Il se produit de la sorte une série de renflements séparés par des sillons.

Dès lors, il est facile de concevoir que les deux longues bandes dont nous avons parlé plus haut sont en réalité discontinues et composées de deux files de massifs secondaires couronnant les renflements en question. L'étude de la constitution géologique de la contrée est singulièrement facilitée par la présence d'un magnifique

réseau de routes se coupant à angle droit, qui, dans une série de longues et profondes tranchées mettent à nu, de la façon la plus claire, toutes les couches superficielles.

ÉTUDE DETAILLEE DES GISEMENTS.

Nous avons pu nous assurer par une étude attentive de toute la région que tous les massifs secondaires présentent une constitution sensiblement analogue. Il nous suffira pour avoir une idée de l'ensemble d'en examiner plus particulièrement un, choisi parmi les plus caractéristiques. Sous ce rapport, le massif situé entre Montay et Forest présente des facilités particulières.

Vers le bas de l'escarpement qui borde la rive droite de la Selle, la couche superficielle présente peu d'épaisseur. Aussi la craie arrive près de la surface du sol et il est aisé de l'observer soit dans des carrières, soit dans de profondes tranchées près du village de Montay.

C'est une craie blanche, dure, avec silex noirs caractéristiques et qu'il est aisé de reconnaître pour la craie turonienne à *Micraster breviporus*. Elle est presque partout surmontée d'un conglomérat à silex formé d'une glaise verte ou brune, schistoïde, empâtant des silex noirs à patine blanche. En continuant à s'élever vers le plateau, on voit bientôt s'intercaler entre la craie et le conglomérat à silex un nouvel élément, comme le prouve la coupe suivante observée dans le chemin de Montay à Amervalles.

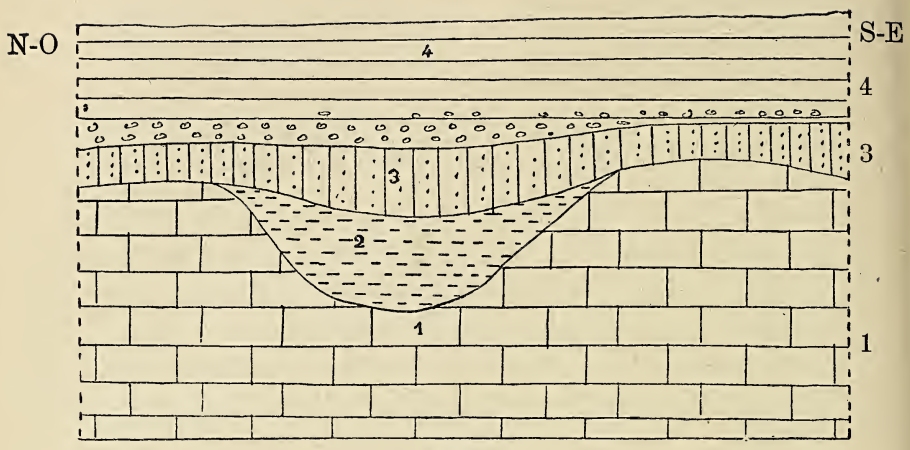


Fig. 1.

1. *Craie à Micraster breviporus.*
2. Phosphate vert sableux.
3. Conglomérat à silex.
4. Limon avec silex anguleux éclatés à la base.

Comme nous le voyons, le phosphate se présente ici sous forme d'une petite poche nettement délimitée d'avec la craie, quoiqu'il n'y ait à la ligne de démarcation aucun lit argileux ou caillouteux. En continuant à monter, nous pouvons voir, surtout dans le chemin creux de Montay à Forest, ces poches de phosphate, tout en conservant les mêmes caractères, devenir plus considérables, certaines d'entre elles, s'enfonçant jusque 6 à 7 mètres de profondeur. Toutes ces poches de grandeur variée sont d'habitude discontinues et gisent sous le limon, le sable landenien et le conglomérat à silex. Vers le commencement du plateau, les choses changent d'aspect. Les morts-terrains augmentent d'épaisseur et l'on voit le phosphate se présenter sous forme d'une véritable nappe d'environ 1 mètre de puissance, très régulière, et suivant la craie dans toutes ses ondulations sans pré-

senter encore l'aspect de véritables poches. La couche phosphatée peut se suivre ainsi sur quelques centaines de mètres, s'amincissant là où la craie arrive près du sol, et s'épaississant dans les creux jusqu'à atteindre 2 mètres de puissance.

Sous le limon hesbayen on peut aussi constater l'apparition d'un sable fin, gris ou jaunâtre, qu'il est facile de rapporter au landenien supérieur (sables d'Ostricourt de M. Gosselet) et qui plus haut renferme des grès blancs caractéristiques qui sont exploités.

En outre, le conglomérat à silex a presque disparu et à sa place, on remarque, entre les sables landeniens et le phosphate, l'existence d'une petite couche, d'environ $0^{m}15$ d'épaisseur, d'argile verte avec amas sableux et petits fragments de silex. Dans les dépressions de la craie, là où, comme je l'ai dit plus haut, la couche phosphatée augmente de puissance, on constate, dans les sondages, la présence d'une petite couche argileuse avec silex plus gris que ceux de le craie à *Micraster breviporus*.

Sur le plateau toute observation superficielle devient impossible, surtout à cause de l'épaississement de la couche limoneuse.

Néanmoins, un peu plus loin, les puits du four à chaux de Forest (Le Préau) nous fourniront l'intéressante coupe suivante :

Limon, 4 mètres.
Phosphate vert, 1 mètre.
Marne glauconifère, 1 mètre 50.
Craie à *Micraster breviporus*, avec silex noirs.

Comme je l'ai dit plus haut, la constitution du massif que nous venons d'examiner peut servir de type pour toute la région.

Du côté de Viesly on constate seulement l'interca-

lation dans les sables landeniens de lentilles d'argile, comme le montre la coupe suivante, prise, sur le chemin de Viesly à Neuvilly, près du ruisseau des Croisettes.

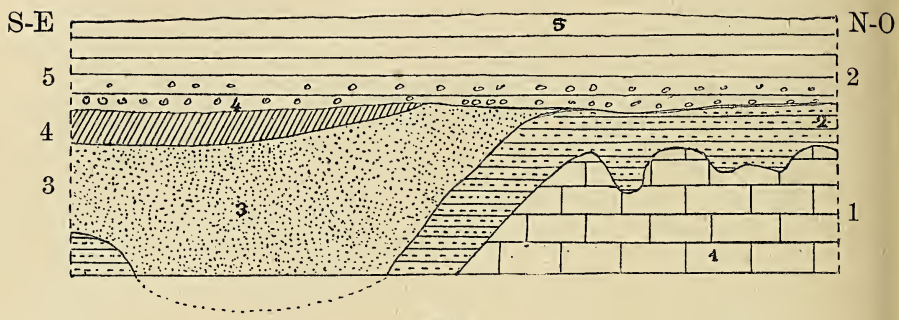


Fig. 2.

1. Craie à *Micraster breviporus*.
2. Conglomérat à silex.
3. Sable landenien supérieur.
4. Lentille d'argile plastique noire (argile de Clary de M. Gosselet).
5. Limon avec cailloux roulés à la base.

Je ferai également remarquer une différence notable qui existe entre les deux flancs de la vallée de la Selle sous le rapport de l'épaisseur du manteau limoneux. Comme on l'a déjà maintes fois remarqué et cité, dans les vallées dirigées à peu près du N. au S. le flanc E. de ces vallées présente généralement une épaisseur de limon beaucoup moindre, soit par suite de son exposition aux vents pluvieux dominant du S.-O., soit pour toute autre cause.

Il est aisé de constater qu'il en est de même pour la vallée de la Selle. Sur la rive droite, en effet, la craie affleure pour ainsi dire dans l'escarpement et c'est là aussi que se trouvent toutes les carrières. Sur l'autre rive, au contraire, les gisements phosphatés sont maintes fois recouverts de 6 à 7 mètres de limon, s'amincissant, il est vrai, le long des pentes.

LE CONGLOMÉRAT A SILEX.

M. Gosselet (*Esquisse géologique du Nord de la France et des contrées voisines,* 3e fascicule, terrains tertiaires, 1883) constate que d'habitude le conglomérat à silex est superposé à la craie à *Micraster breviporus* à laquelle il a emprunté ses silex. Là où le conglomérat s'étend sur des assises plus anciennes, il y a lieu, dit-il, de croire que cette craie a existé là où on ne retrouve plus que ses résidus de dissolution.

Dans la région que nous avons examinée, il est aisé de reconnaître l'exactitude de cette observation de M. Gosselet. Le conglomérat à silex y est, en effet, localisé dans les fonds et à la partie inférieure des escarpements qui bordent la vallée principale et les vallées latérales, et presque toujours il est facile de constater sa superposition à la craie à *Micraster breviporus*. Lorsqu'on s'élève vers le plateau et qu'on arrive sur les gisements phosphatés, là où, comme je le dirai plus loin, il y a lieu de croire que la craie à *Micraster cor testudinarium* surmonte la craie à *Micraster breviporus*, on n'y constate pas la présence du conglomérat à silex, qui y est remplacé par une petite couche, de 15 centimètres environ d'épaisseur, d'argile verte sableuse. Parfois cependant, au fond de quelques poches on constate l'existence d'un conglomérat très réduit.

On sait les discussions qu'ont soulevées les questions relatives au conglomérat à silex, surtout dans le département du Nord, la contrée classique de ces formations. On connaît aussi les remarquables travaux [1] par lesquels MM. Boussinescq, Gosselet, Barrois et Potier

[1] *Annales Soc. Géolog. du Nord*, t. VI et VII.

ont soutenu la thèse de la formation du conglomérat par infiltration des eaux météoriques chargées d'acide carbonique et dissolvant lentement la craie. Il semble que cette théorie ait acquis droit de cité dans la science et ait conquis l'adhésion de la grande majorité des géologues.

Je ne reviendrai donc pas sur ce sujet et je me contenterai d'ajouter que j'ai pu observer, près de la halte de Montuy, un fait très curieux. On y remarque au milieu de la craie une poche close de toutes parts et à plusieurs mètres sous la surface de la craie. Elle est remplie d'un conglomérat à silex des mieux caractérisés; soit que cette poche ait jadis communiqué avec la surface par un canal permettant l'arrivée de matériaux de la surface, soit, ce qui est plus vraisemblable, qu'une fente y amenant les eaux pluviales y ait provoqué la formation sur place de conglomérat.

PHOSPHATE VERT SABLEUX.

La présence de gisements phosphatés riches est, comme on le sait, intimement liée à l'existence et à la formation du conglomérat à silex.

Pour ne parler que des plus récentes applications qui ont été faites de cette théorie, je citerai les études de M. M. Lohest sur les Phosphates de la Hesbaye (1) et de M. Cornet, sur les Phosphates de la craie de Maisières (2) et les gisements de la Somme (3).

Si donc les couches phosphatées à haut titre proviennent de l'enrichissement par les eaux pluviales de craies contenant du phosphate tribasique disséminé

(1) *Annales Soc. géologique de Belgique, Mém.*, t. XII, 1884-85, p. 41.
(2) » » » » *Bulletin*, t. XIII, 1886, p. CLXV.
(3) » » » » *Mém.*, t. XIV, 1887, p. I.

dans leur masse, il n'y a rien d'étonnant à ce que le titre des phosphates enrichis soit en rapport avec le titre de la craie. C'est ce que prouve d'ailleurs le tableau suivant [1] :

	Craie inaltérée : titre en phosphate tribasique	Phosphate riche : titre en phosphate tribasique
Phosphates de la Somme.	20 °/o	70 °/o
Ciply.	18 à 30 °/o	45 à 65 °/o
Hesbaye.	2 °/o	10 à 30 °/o
Phosphates de la craie de Maisières.	5 à 6 °/o	12 à 20 °/o
Phosphates du Cambrésis.	11 à 17 °/o	40 à 60 °/o

S'il est un fait également bien prouvé, c'est la façon irrégulière dont le phosphate de chaux est répandu dans les assises crétacées. Telle craie, comme la craie à belemnitelles, qui dose jusque 20 °/o de phosphate dans la Somme, n'en renferme que peu ou point ailleurs. C'est là un fait qui doit être pour les chercheurs de nouveaux gisements un puissant stimulant, mais aussi un avertissement utile.

En effet, il serait absolument illusoire de décider *à priori* que telle ou telle assise crétacée ne peut présenter de gisements phosphatés, et cela, parce qu'elle n'en présente encore aucun. D'un autre côté, on ne peut se baser sur le fait qu'une assise crétacée présente de tels gisements pour en inférer qu'il y ait chance d'en trouver partout où l'on observe cette assise. Deux conditions semblent nécessaires, mais suffisantes, pour

[1] Voir *op. cit.*, page 10.

déterminer la formation de couches phosphatées riches: 1° présence notable de phosphate dans la craie; 2° conditions favorables, permettant l'infiltration des eaux météoriques et la dissolution du carbonate de calcium.

ASSISE CRÉTACÉE AU DÉPENS DE LAQUELLE SE SONT FORMÉS LES PHOSPHATES DU CAMBRÉSIS.

D'après M. Gosselet (*op. cit.*), voici quelle serait la composition du sous-sol crétacé de la région.

La craie sénonienne à *Micraster cor testudinarium* affleurerait sur la rive gauche de la Selle qu'elle ne dépasserait pas à l'E. En dessous viendrait la craie turonienne à *Micraster breviporus*, affleurant au bas de l'escarpement de la vallée principale et des vallées latérales et recouvrant toute la rive droite.

Dans l'état actuel des choses, il serait assez difficile d'affirmer avec certitude au dépens duquel de ces deux étages s'est formé le phosphate riche. Et on ne s'en étonnera pas quand je dirai que nulle exploitation n'est encore ouverte, et que la craie n'est visible que dans le fond des tranchées, altérée le plus souvent de façon qu'aucun fossile n'a pu y être rencontré.

C'est là une question qui ne sera définitivement résolue que quand de nombreuses excavations auront mis complètement à jour la craie sous-jacente.

Néanmoins, et pour les raisons que je vais exposer, je crois pouvoir dire que la grande masse du gisement phosphaté est le résidu de la craie à *Micraster cor testudinarium.*

1° Vers le bas de la vallée, là où affleure la craie à *Micraster breviporus*, bien caractérisée, on n'observe la

plupart du temps que le conglomérat à silex au-dessus de la craie. Le phosphate, quand il s'y trouve, est en amas sporadiques dont la plupart, comme je le dirai plus loin, me semblent ne pas être en place; les poches de phosphates qui y sont en place, sont de dimensions très réduites.

2° Quand on s'élève vers le plateau et qu'on arrive à la couche régulière du phosphate, partout où sous celui-ci on peut apercevoir la craie, celle-ci ne présente plus du tout les caractères de la craie à *Micraster breviporus*, mais bien ceux de la craie à *Micraster cor testudinarium*. En effet, on y observe une craie friable, grisâtre ou verdâtre, très glauconifère, ne renfermant pas de silex.

3° En même temps on constate la disparition du conglomérat à silex caractéristique qui recouvre presque toujours la craie à *Micraster breviporus* et qui ici au-dessus de la couche régulière de phosphate, est remplacé par une petite couche verte argileuse.

4° L'abondance des grains de glauconie dans le phosphate riche prouve bien que celui-ci provient d'une craie très glauconifère, comme la craie à *Micraster cor testudinarium*.

5° Si la craie à *Micraster cor testudinarium* n'existe pas sur la rive droite, cela ne prouve pas qu'elle n'y ait jamais existé. Il se pourrait très bien, en effet, que la couche de phospate fût le résidu de tout cet étage, après la disparition duquel l'altération aurait commencé à affecter la craie à *Micraster breviporus*, fait qui d'ailleurs doit avoir été très fréquent aussi sur la rive gauche. En tout cas, la coupe du four à chaux de Forest (Le Préau), où l'on constate 1 mètre 50 de marne crayeuse glauconifère entre le phosphate et la craie à *Micraster breviporus* bien caractérisée, semblerait indiquer qu'il en existe encore des lambeaux inaltérés.

J'ai dit plus haut que vers la limite inférieure des gisements sur le flanc de l'escarpement il y a des amas de phosphates qui semblent ne pas être en place.

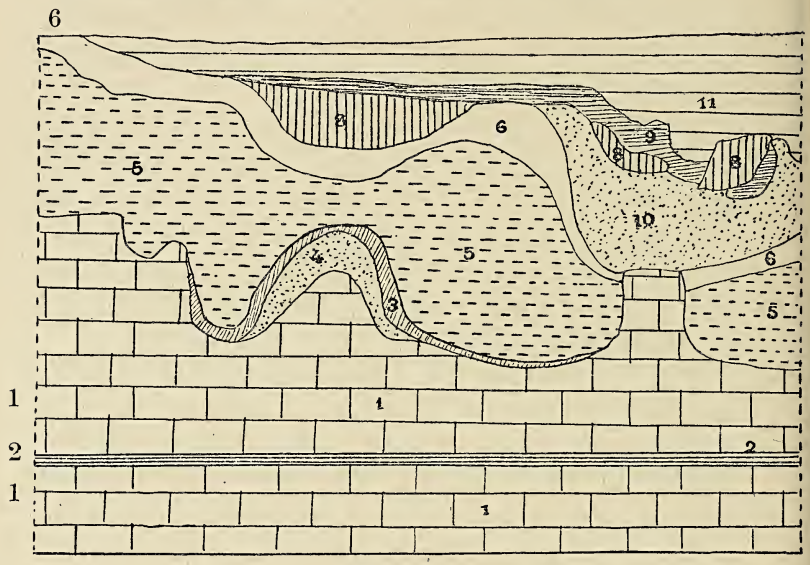


Fig. 3.

Coupe de la carrière de Montay.

1. Craie à *Micraster breviporus*.
2. Couche de glaise verte.
3. Conglomérat à silex avec petits amas de phosphate.
4. Limon assez argileux.
5. Limon sableux fin avec cailloux à la base.
6. Conglomérat à silex remanié.
8. Amas de craie remaniés.
9. Glaise schistoïde brunâtre.
10. Limon passant au sable landenien vers la droite.
11. Humus.

Comme il est aisé de s'en rendre compte par cette coupe, on ne saurait facilement expliquer ces amas crayeux et l'interposition de ces lits argileux au-dessus

de la craie en place sans admettre qu'il y a eu déplacement d'un ou de plusieurs de ces éléments.

Il n'est pas rare d'ailleurs d'observer dans des situations pareilles, le phosphate dérangé de sa position normale et gisant par-dessus le conglomérat à silex ou entremêlé avec lui ou en dessous d'amas de craie.

M. Gosselet a d'ailleurs observé dans la région en question des faits qui lui font croire que le conglomérat peut avoir subi un déplacement peu considérable.

Les amas sporadiques dont il s'agit présentent toujours une grande proportion de matières argileuses et un titre en phosphate notablement inférieur (25 °/₀ environ), alors que le phosphate ordinaire titre de 40 à 60 °/₀.

J'ai constaté ensuite que ces amas gisent le plus souvent au pied de pentes assez accentuées dépourvues de phosphates et parfois même de conglomérat, comme si le tout avait été entraîné plus bas dans des dépressions qui sont d'habitude dirigées perpendiculairement à la vallée qui leur fait face.

La coupe suivante, relevée sur le chemin de Viesly à

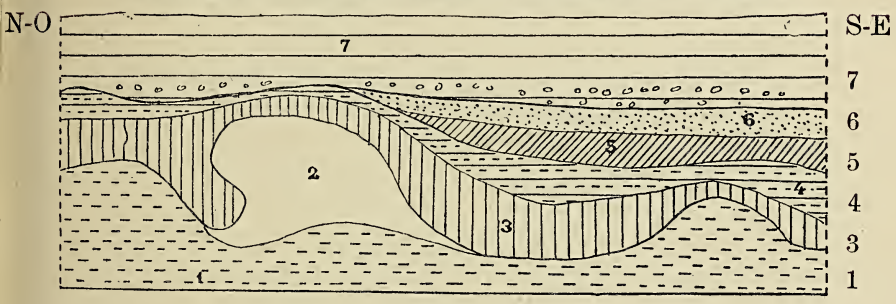


Fig. 4.

1. Phosphate vert, très argileux.
2. Amas de nodules avellanaires roulés dans du phosphate vert.
3. Sable rouge, très argileux.
4. Conglomérat à silex.
5. Argile plastique très sableuse.
6. Sable.
7. Limon

Neuvilly, près du ruisseau des Croisettes, montre une de ces poches sporadiques surmontée de dépôts où l'on voit le conglomérat à silex superposé à une couche sableuse évidemment remaniée de sable landenien.

Outre les changements produits dans les gisements par remaniement, il en est d'autres que l'on peut aisément expliquer par des phénomènes d'effondrement.

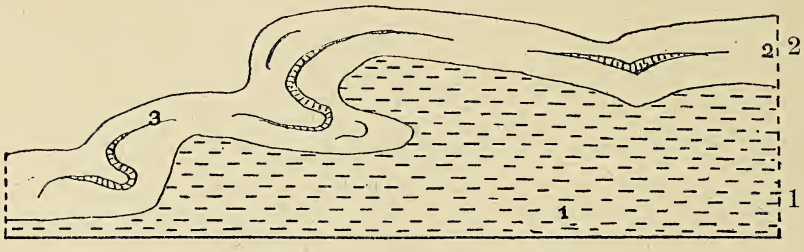


Fig. 5.

Coupe du chemin de Viesly a Neuvilly (près du ruisseau).

1. Phosphate vert, très argileux.
2. Glaise schistoïde brune.
3. Lits de glaise sableuse, rouge, inclus dans le terme précédent.

Les plissements bizarres que l'on observe dans cette coupe sont très connus et sont considérés comme caractérisant une surface en voie d'affaissement.

La coupe suivante, observée dans le chemin creux du Montay à Forest, semble plus difficile à expliquer.

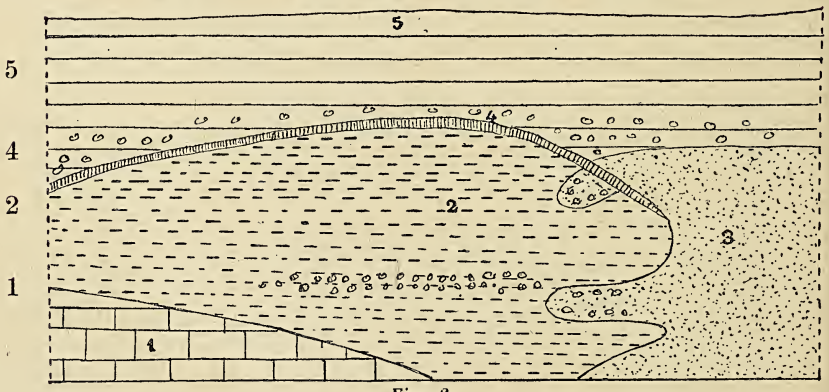


Fig. 6.

1. Craie.
2. Phosphate vert sableux, avec un lit de silex.
3. Sable fin, landenien supérieur, avec cailloux de silex dans les apophyses.
4. Couche de 15 centimètres d'argile sableuse verte.
5. Limon.

La présence curieuse du sable landenien avec apophyses latérales pénétrant dans le phosphate ne semble pouvoir être expliquée que par des effondrements.

COMPOSITION CHIMIQUE & MINÉRALOGIQUE.

Lorsqu'il est encore en place et humide, le phosphate se présente sous forme d'un sable fin, vert foncé, assez argileux par place, plus sableux à d'autres endroits. Il est aisé de voir que ces variations proviennent de la nature des terrains recouvrants. C'est ainsi que, par exemple, lorsque le limon ou l'argile du conglomérat à silex surmontent le phosphate, celui-ci est toujours plus argileux, les eaux pluviales ayant très bien pu y entraîner de fines particules d'argile.

Par dessiccation, le phosphate prend une teinte jaunâtre terreuse. On y constate très souvent la présence de nodules visibles à l'œil nu; parfois leurs dimensions atteignent celles d'une noix; leur forme est mammelonnée ou grossièrement arrondie, et ils titrent jusque 65 °/₀ de phosphate tribasique. Ils sont parfois réunis en grand nombre dans la couche phosphatée (voir fig. 4).

Il est aisé d'enlever au phosphate, par lévigations successives dans l'eau, une assez forte proportion de matières argileuses.

Voici quelle est, pour quelques-uns des phosphates les plus connus, la proportion entre ces matières argileuses (que M. Petermann appelle folle farine) et les grains denses qui restent après lévigation.

	Briastre.	Beauval.	Ciply.	Bois d'Havy phosphate vert.
Folle farine. . .	25 °/o	13 °/o	22 °/o	19 °/o
Grains denses . .	75 °/o	87 °/o	78 °/o	81 °/o

Lorsque le phosphate vert a été ainsi lavé et desséché, sa couleur est jaunâtre et il est très fin et impalpable. Au moyen d'une forte loupe, il est alors facile de reconnaître ses éléments.

On y remarque d'abord une infinité de nodules jaunes ou légèrement verdis, arrondis, mammelonés. C'est bien là le phosphate de chaux. On remarque également quantité de grains de glauconie, luisants, noirâtres ou vert foncé. Puis, mais beaucoup moins nombreux, viennent des grains de quartz arrondis, roulés et translucides.

Par ci, par là, on observe de petites masses à aspect cireux et d'une belle couleur d'ocre. Elles ressemblent fort à de la delvauxite et je les considère comme du phosphate de fer.

ANALYSES.

Je vais donner d'abord le résultat de deux analyses complètes, exécutées par MM. Gallois et Dupont, à Paris.

Phosphate tribasique	59,22	40,35
Acide carbonique	5,60	5,30
Eau	3,40	
Matières organiques.	6,80	
Fer	2,70	4,65
Alumine	1,90	1,23
Silice	20,38	33,80

Voici maintenant les résultats de nombreuses analyses, exécutées à Paris et à Louvain.

Acide phosphorique.	27,13	20,66	18,48	18,29	27,17		
Phosphate tribasique	59,22	45,10	40,35	39,94	59,36	48,50	44,4

Acide phosphorique.	22,37	24,09					
Phosphate tribasique	48,83	52,59	46,88	38,75	48,76	30,95	25,01

Phosphate vert, très argileux, non lavé, 25,26 °/₀ de phosphate tribasique. Le même, lavé, 31,85 de phosphate tribasique.

Solesmes, 11 novembre 1888.

SUR LES AFFINITÉS DES GENRES

FAVOSITES, EMMONSIA, PLEURODICTYUM & MICHELINIA

A L'OCCASION DE

la description d'une forme nouvelle de Favositide du calcaire carbonifère supérieur.

PAR

Julien FRAIPONT

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE.

Je commencerai par donner une courte description du type nouveau qui a été le point de départ de cette étude générale. Ce fossile est un Favositide à polypier (Corallum) élancé, prenant un assez grand développement en hauteur. Sa face supérieure paraît avoir été sub-plane ou légèrement bombée. Il est entouré, tout au moins à la partie inférieure, par une épithèque assez mince, irrégulièrement plissée en travers et présentant de distance en distance une côte transversale. Entre les côtes, l'épithèque est déprimée; elle ne porte pas de prolongements radiciformes. Les polypiérites sont allongés, irrégulièrement prismatiques, quelque peu noueux, plus ou moins tordus les uns sur les autres, ou même enchevêtrés les uns entre les autres en certains points. Ils sont soudés par leurs murailles dans leur plus grande étendue, quelquefois partiellement libres à leur extrémité supérieure et inférieure. Les sommets ou calices subpolygonaux sont placés dans le prolongement de l'axe des polypiérites; le diamètre de ceux-ci variant entre

5 et 8 millimètres. L'extrémité inférieure des polypiérites terminée irrégulièrement en cône. Les murailles (*thecæ*) assez épaisses, traversées par de nombreux pores de communications, presque tous dirigés perpendiculairement à l'axe des polypiérites. Les cloisons verticales (*septa*) paraissant avoir été nombreuses, mais réduites à de simples stries ou plis. Les planchers *(tabulæ)* minces, nombreux, irrégulièrement disposés, souvent obliques et plus ou moins enchevêtrés, sub-vésiculeux, exceptionnellement simples et horizontaux (pl. 1, fig. 7 et 8).

J'ai figuré le plus grand fragment qui ait été mis à ma disposition; il mesure 67 millimètres de hauteur (pl. 1, fig. 1).

Ce polypier n'est connu que par des moules. Mais ceux-ci sont dans un état de conservation assez suffisant pour pouvoir établir la diagnose avec autant de sûreté que si l'on avait eu le polypier lui-même sous les yeux.

Ces moules ont été trouvés, il y a trois ans environ dans le calcaire carbonifère supérieur à Argenteau, par M. P. Destinez, préparateur au laboratoire de géologie de l'Université de Liége. Il les avait soumis à feu L.-G. de Koninck qui, en se basant sur un examen superficiel des caractères extérieurs, les avait déterminés comme appartenant à un *Pleurodictyum* nouveau. En effet, leur ressemblance avec le moule de certains polypiérites appartenant au *P. problematicum*, figurés par Milne Edwards et Haime, est frappante (comparer les fig. 2 et 3). Mais la distinction entre Zoanthaires et plus particulièrement entre les divers genres de Favositides ne peut guère se faire que par l'étude de la structure interne des polypiers.

Conformément à l'opinion des auteurs qui connaissent le mieux les Zoanthaires tabulés fossiles, c'est la forme et la disposition des planchers qui constituent le carac-

tère le plus important pour la détermination et la distinction des genres. En nous basant sur la structure des planchers, il n'est pas facile d'assigner à notre Favositide sa place générique. Est-ce une *Favosites?* Est-ce une *Emmonsia?* Est-ce un *Pleurodictyum?* Est-ce une *Michelinia?*

Notre polypier n'est pas une *Favosites* (*s. str.*), car ses planchers ne sont pas *simples*, *horizontaux* et *régulièrement superposés*. Il n'appartient pas au genre *Emmonsia*, parce qu'il n'a pas de *planchers incomplets*. Ce n'est pas un *Pleurodyctium* du type *P. problematicum dépourvu de planchers*. Ce n'est pas davantage une *Michelinia* (*s. str.*) du type *M. favosa* à planchers très enchevêtrés, constituant un réseau à mailles vésiculeuses; son épithèque aussi est beaucoup moins épaisse et dépourvue de prolongements radiciformes.

Mais les quatre genres dont il vient d'être question sont-ils aussi nettement délimités par les caractères de leurs planchers que nous venons de le dire? Nicholson avait déjà fait observer fort judicieusement que l'on ne peut faire rentrer dans le genre *Favosites* exclusivement les espèces à planchers simples, horizontaux également espacés. D'autre part, Milne-Edwards et Haime avaient créé le genre *Emmonsia* pour des Favositides dont le type est *E. alveolaris* (*hemispherica*), qui possèdent à côté de planchers horizontaux, d'autres " incomplets, obliques ou sub-vésiculeux s'appuyant sur les précédents [1]. „(Voir ma fig. 6). Nicholson a démontré cependant que ce genre ne pouvait être maintenu comme tel. Il a trouvé, en effet, que chez *Favosites Forbesi,* variété *eifeliensis* et variété *tuberosa,* les planchers sont, les uns horizontaux,

[1] Milne-Edwards et Haime. — Polypiers fossiles des terrains paléozoïques. *Archives du Museum,* t. V, p. 246.

les autres *obliques, s'appuyant quelquefois sur les premiers,* d'autres sinueux, d'autres *incomplets* (1). J'ai moi-même observé sur des sections minces de *Favosites gothlantica* du Musée de Liége que l'horizontalité des planchers est très relative. A côté des planchers sensiblement horizontaux, il en est de sinueux, d'autres obliques reposant sur les premiers, d'autres incomplets. Voilà donc des spécimens des deux espèces considérées comme les plus caractéristiques peut-être du genre *Favosites*, qui ne répondent plus à la diagnose de celui-ci. Où finira le genre *Favosites?* Où commencera le genre *Emmonsia?* Bien plus, si l'on voulait conserver le genre *Emmonsia*, il faudrait lui rapporter des spécimens d'espèces considérées jusqu'ici comme typiques du genre *Favosites.* Il n'est pas possible d'entrer dans cette voie. Avec Nicholson, il faut donc élargir les limites du genre *Favosites* et lui rapporter les *Favositides* dont les planchers sont les uns horizontaux, d'autres sinueux, obliques, reposant sur les premiers, d'autres sub-vésiculeux, d'autres incomplets; en un mot, il faut supprimer le genre *Emmonsia* et rapporter au genre *Favosites* les espèces qu'on y avait rangées.

Passons à l'examen du genre *Michelinia* (*s. str.*) dont le type est la *Michelinia favosa.* Nous trouvons chez cette forme une disposition si irrégulière des planchers, un tel enchevêtrement de ceux-ci que l'ensemble de ces formations affecte l'aspect d'un réseau à mailles vésiculeuses. Avec De Koninck on n'hésitera pas à voir dans cette structure un caractère générique important. Tous les auteurs qui se sont occupés de cette forme du calcaire carbonifère l'ont suivi dans cette voie. D'autres particularités permettaient de caractériser d'une façon encore

(1) H. Alleyne Nicholson.— *On the Structure and Affinities of the « Tabulate Corals » of the Palæozoic Period*, p. 41 et suiv., pl III. Londres, 1879.

plus précise le genre *Michelinia* et de le distinguer plus nettement du genre *Favosites* : c'était l'existence d'une épithèque épaisse, pourvue de *prolongements radiciformes.* Mais une autre espèce carbonifère rapportée au *genre Michelinia*, la *M. tenuisepta*, n'a pas de prolongements radiciformes, tout en possédant des planchers très irréguliers et très vésiculeux. La *M. antiqua* a des planchers très irréguliers vers les bords, mais horizontaux au milieu. La *M. concinna*, d'après Lonsdale, a des planchers presqu'horizontaux et peu vésiculeux. De Koninck étendit alors les limites de son genre *Michelinia* pour pouvoir y classer ces dernières formes et il modifia sa définition comme suit : " Polypier souvent massif, à surface convexe ou sub-plane, plateau commun recouvert d'une „ forte épithèque plissée, présentant *quelquefois* des prolongements radiciformes. Polypiérites ordinairement „ assez courts, prismatiques, intimement soudés par leurs „ murailles, qui sont percées de trous petits et en général „ peu nombreux. Calices polygonaux, placés dans le „ prolongement de l'axe des polypiérites. Cloisons produites par de simples stries. *Planchers très irréguliers,* „ *plus ou moins vésiculaires*, à surface granulée [1]. „ Le seul caractère qui paraît n'être applicable dans cette diagnose qu'aux *Michelinia* est le dernier : la structure des planchers. Ce serait le seul criterium permettant de distinguer une *Michelinia* d'une *Favosites* comme le déclare d'ailleurs Nicholson [2] : " It differs from *Favosites* almost exclusively in the complex character of its tabulæ. „ Nicholson devient même moins explicite au sujet de ce caractère générique dans un autre passage

[1] De Koninck. *Nouvelles recherches sur les animaux fossiles du terrain carbonifère de Belgique.* Mém. de l'Acad. roy. des sciences, t. XXXIX, p. 130. Bruxelles, 1872.

[2] *Loc. cit.*, p. 44.

où il parle des affinités étroites des *Michelinia* avec les *Favosites*. De tous les caractères distinctifs du genre *Michelinia*, le seul qui ait une importance générique, dit-il, c'est l'existence de planchers sub-vésiculeux, et celui-là même n'est pas également accusé chez toutes les espèces. " Of these pecularities the subvesicular „ character of the tabulæ is the only one of generic „ importance and even this is not equally noticeable in „ all the species (1). „ Rœmer aussi considère que le seul caractère générique qui permette de distinguer les *Michelinia* des *Favosites* est la constitution vésiculaire des planchers : " Die Gattung ist mit *Favosites* nahe „ verwandt. In der That begründet fast nur die unre- „ gelmässig blasige Beschaffenheit der Böden einen „ wesentlichen Unterschied. Von geringerer Bedentung „ ist.... (2). „

Nous avons vu ce caractère générique déjà atténué chez la *M. antiqua* et plus encore chez la *M. concinna*.

Si maintenant nous passons en revue les espèces dévoniennes rapportées au genre *Michelinia*, nous voyons que, pour la plupart, elles présentent ce caractère générique à un si faible degré, que Rœmer lui-même considère que leur appartenance à ce genre est fort problématique. Telle la *M. convexa* dont les planchers ne sont vésiculeux que sur les bords, comme chez la *M. antiqua* du carbonifère ; telle la *M. geometrica* dont les planchers très nombreux sont presque horizontaux ; telle encore la *M. cylindrica* qui, à côté de planchers horizontaux, en possède d'autres imbriqués les uns sur les autres et d'autres incomplets ; telle encore la *M. insignis* de Rominger à planchers simples, concaves, dont à peine

(1) Nicholson. *Loc. cit.*, p. 141.

(2) Ferd. Rœmer. *Lethœa geognostica. I Theil : Lethœa palæozoïca*, p. 430. Stuttgart, 1883.

quelques-uns vésiculeux ; telle enfin, la *M. favositoïdea* de Billings, dont les planchers sont simples et horizontaux.

Toutes ces formes sont évidemment intermédiaires entre les *Favosites s. st.* et les *Michelinia s. st.* Nous assistons, à leur sujet, à ce spectacle bien instructif de les voir rapporter par les auteurs tantôt à un genre, tantôt à l'autre, ou à un troisième qu'ils intercalent entre les deux premiers. Témoin l'espèce *cylindrica* appelée par Michelin *Favosites*, rangée avec doute parmi les *Emmonsia* par Milne-Edwards et Haime et baptisée *Michelinia* par Rominger. Nous ne nous arrêterons pas à la *Michelinia favositoïdea* qui se rapproche incontestablement plus des *Favosites s. st.* que des *Michelinia s. st.*

Examinons au même point de vue critique les affinités du genre *Pleurodictyum* Goldfuss. Ce genre, établi jadis pour l'espèce *Pl. problematicum*, fut parfaitement caractérisé par Milne-Edwards et Haime. Il se distinguait nettement des *Favosites* et des *Michelinia* par *l'absence de planchers.* Mais voilà qu'en 1876 on figure et l'on décrit une forme de Favositides pourvue de planchers, à la fois sous le nom de *Pleurodictyum americanum*, Rœmer, de *Michelinia (Pleurodictyum) stylopora*, Hall, de *Michelinia trochiscus*, Rominger. Nicholson a fait une étude approfondie de la structure intime de cette espèce. Il a reconnu des planchers bien développés, irrégulièrement horizontaux, sinueux, quelquefois faiblement convexes, ou réunis entre eux à plusieurs sur un espace limité, mais ne donnant cependant jamais naissance par leur enchevêtrement à un réseau à mailles vésiculeuses (1). Hall (2) et surtout Rominger (3) faisaient de

(1) Nicholson. *Loc. cit.*, p. 143 et 144, fig. 22 D dans le texte, p. 149 et pl. 8, fig. 1, 1 *a*, 1 *b*.

(2) Hall. *Illustration of devonien fossils.*

(3) Rominger. *Fossil Corals Michigan*, p. 75.

cette forme une *Michelinia* et proposaient de fondre en un seul genre les *Pleurodictyum* et les *Michelinia*. Nicholson tout en reconnaissant qu'il existe les plus étroites affinités entre les *Pleurodictyum* à planchers (*P. styloporum*) et les *Michelinia* et en déclarant que les deux genres seront dans un avenir prochain confondus en un seul, croit qu'il est sage de conserver momentanément dans la systématique les deux genres ([1]). D'après lui, le genre *Pleurodictyum* contiendrait des polypiers, sous tous les rapports semblables aux *Michelinia*, mais qui s'en distingueraient par leurs formes petites, discoïdes et par leurs planchers peu convexes et peu enchevêtrés. Les canaux *intra-muraux* (intra-mural canal) qu'il a découverts chez le *Pl. styloporum*, pourraient peut-être, quoique fort invraisemblablement, ajoute-il, servir à distinguer le genre *Pleurodictyum* du genre *Michelinia* ([2]).

Rœmer ([3]) a rangé franchement la forme américaine parmi les *Pleurodictyum*. Mais il se demande cependant si l'absence de plancher chez les espèces du type *Pl. problematicum* et la présence de ceux-ci chez l'espèce américaine, ne constitue pas un caractère distinctif d'une importance suffisante pour justifier la création de deux genres distincts. Il penche vers l'opinion négative. Il émet la supposition que les planchers feraient défaut chez les espèces à polypiérites réduits, comme pour *Pl. problematicum*, tandis que leur apparition serait devenue nécessaire chez les espèces à polypiérites plus allongés. Si je comprends bien Rœmer, l'apparition des planchers serait la conséquence nécessaire de l'ascension progressive des polypes, de leur tendance à s'élever de plus en plus. Rœmer finit par conclure catégoriquement

([1]) Nicholson. *Loc. cit.*, p. 141.
([2]) Nicholson. *Loc. cit.*, p. 151.
([3]) Roemer. *Loc. cit.*, p. 429, fig. 102.

au maintien du genre *Pleurodictyum*, y compris l'espèce à planchers, en opposition au genre *Michelinia*. D'après lui, le premier genre se distinguerait toujours du second par le fait que les planchers, quand ils existent, ne sont jamais vésiculeux ([1]).

J'irai plus loin que Rœmer et je dirai que les planchers de certains *Pl. stylophorum*, tel que l'exemplaire du musée de Breslau (Rœmer, *loc. cit.*, p. 428, fig. 102), sont plus simples, plus réguliers, plus typiquement des planchers de *Favosites* que ceux de certaines *Favosites Forbesi* (voir Nicholson, *loc. cit.*, pl. III, fig. 2*d*), que ceux de certaines *Favosites gothlandica* (comparer mes fig. 4 et 5).

D'autre part, ceux des exemplaires de *Pl. stylophorum*, figurés par Nicholson (*loc. cit.*, pl. VIII, fig. 1*b*), sont plus sinueux, plus arqués, à convexité regardant vers l'extérieur; il en est qui reposent les uns sur les autres et

([1]) Je crois sage, avec Nicholson, de conserver pour le moment le genre *Pleurodictyum* dans la systématique, mais en lui rapportant exclusivement le type *Pl. problematicum* et quelques autres formes voisines connues seulement par des moules, jusqu'à ce que leur structure mieux élucidée nous permette d'établir plus strictement leurs affinités. Lors de l'excursion de la Société géologique de France, en 1872, à Avennes et à Mons, M. le professeur Gosselet avait annoncé la découverte, par M. Tordeurs, d'un *Pleurodictyum* dans le calcaire carbonifère inférieur d'Avesnelles. A l'occasion de la présente étude, mon savant collègue de la Faculté des sciences de Lille a eu l'extrême obligeance de me confier ce fossile avec l'autorisation de le décrire s'il y avait lieu. Cette forme, représentée seulement par quelques fragments de moules de polypiérites, s'éloigne considérablement de celle de notre calcaire carbonifère supérieur. Elle se rapproche beaucoup plus du type *Pl. problematicum*. Ainsi les cloisons verticales (septa) semblent avoir atteint presque le centre des polypiérites comme chez le *Pl. problematicum*. Les pores de communication paraissent avoir été très nombreux. J'ai représenté (fig. 11) le meilleur exemplaire consistant en quelques moules de polypiérites brisés et vus du côté de la base. Ils présentent une grande analogie d'aspect avec certains spécimens de *P. problematicum*, notamment avec celui figuré par Milne-Edwards et Haime dans leur mémoire sur les polypiers fossiles des terrains paléozoïques (*loc. cit.*, pl. XVIII, fig. 6). Ces échantillons de *Pleurodictyum* du calcaire carbonifère d'Avesnelles sont trop défectueux pour tenter d'en faire une description ou une détermination spécifique.

rappellent d'une façon très éloignée la constitution des planchers d'une *M. tenuisepta.* Cette forme doit venir se ranger avec les autres espèces de transition entre le type extrême *Favosites* et le type extrême *Michelinia.*

Quant à notre *Favositide* du calcaire carbonifère supérieur, il possède des planchers plus sinueux, plus irréguliers, plus enchevêtrés que ceux du *Pl. styloporum* (voir mes fig. 7 et 8) et à ce titre se rapproche plus des *Michelinia* que ce dernier, que *M. geometrica,* que *M. cylindrica* et surtout que *M. favositoïdea.* Mais, d'un autre côté, leur disposition rappelle aussi d'une façon frappante celle réalisée chez certains spécimens de *Favosites* (*Emmonsia*) *hemispherica* (voir ma fig. 6), à l'exclusion des planchers incomplets. Il constitue un véritable type de transition entre les *Favosites* (*s. st.*) et les *Michelinia* (*s. str.*) [1].

Evidemment les caractères distinctifs des planchers d'une *Favosites gothlantica* et d'une *Michelinia favosa* justifiaient pleinement l'érection de deux genres distincts, alors même qu'il existait déjà quelques rares formes de transition entre eux. Mais la découverte de nombreuses espèces de Favositides présentant les divers degrés de complications intermédiaires entre ces deux types extrêmes permet-elle de maintenir les deux genres ? Avec les mêmes arguments que faisait valoir Nicholson jadis pour la fusion du genre *Emmonsia* dans le genre *Favosites,* ne devons-nous pas proposer la réunion du genre *Michelinia* au genre *Favosites*, y compris les

[1] Linström a même été bien plus loin dans son travail « *On the Affinities of the Anthozoa tabula* (Ann. and Mag. of natural history, vol. XVIII, 4e série, 1876). Il a déclaré qu'il n'était pas possible de distinguer au point de vue de la disposition des planchers vésiculeux les *Michelinia* des *Cystipyllum* qui sont des Zoanthaires rugueux. Il a conclu de là et d'autres faits analogues que les planchers existent aussi bien chez les Rugueux que chez les Tabulés et que ces deux groupes présentent ainsi entre eux les affinités les plus étroites.

formes à planchers de *Pleurodictyum?* En fait, où s'arrête le type à planchers simples et horizontaux des *Favosites*? Où commence le type à planchers vésiculeux des *Michelinia* ?

Pratiquement, il n'est pas possible d'assigner à telle ou telle espèce, notamment à des espèces dévoniennes ou à notre forme du calcaire carbonifère supérieur, une place plutôt parmi les *Michelinia* que parmi les *Favosites* et réciproquement. La détermination générique de ces formes entre *Favosites* ou *Michelinia* ne devient plus une question de fait mais de sentiment, de convenance, de goût.

Logiquement, ou bien il faut réunir toutes ces formes présentant un nombre suffisant de types de transition en un seul genre dont le nom qui s'impose à tous les points de vue est celui des *Favosites*; ou bien il faut créer autant de genres qu'il y a de formes de transition dans la structure des planchers entre une *Favosites gothlantica* et une *Michelinia favosa.* Dans ce dernier cas, ce n'est pas un genre *Emmonsia*, un genre *Pleurodictyum* qu'il faudra intercaler entre *Favosites* et *Michelinia*, mais plus de dix genres.

Trop souvent les paléontologistes, en présence de matériaux défectueux, incomplets, trop peu nombreux, sont obligés de multiplier les divisions de la systématique, notamment les genres et les espèces. Du moment qu'ils trouvent des caractères distinctifs constants entre deux groupes de formes, ils doivent les ranger dans deux genres ou deux espèces différentes, suivant l'importance de ces caractères constants. Mais il n'est pas moins nécessaire de supprimer de la classification tous les genres, toutes les espèces dont les caractères distinctifs d'avec un autre genre ou une autre espèce sont reconnus n'être plus constants, mais de plus en plus atténués dans des formes intermédiaires.

Je pense qu'il en est ainsi pour les genres *Favosites* et *Michelinia* et a fortiori pour les genres regardés déjà comme intermédiaires entre eux. Il me paraît que, dans une classification naturelle qui doit tendre à devenir l'expression des affinités réelles des groupes animaux entre eux, on ne peut isoler telle forme de Favositide dans un genre *Favosites*, telle autre dans un genre *Michelinia*. Les affinités des deux types extrêmes sont marquées dans trop de formes de transitions pour qu'il ne soit pas nécessaire de les réunir toutes dans un même genre. Je propose donc de confondre dans le genre *Favosites*, non seulement les *Emmonsia*, mais, dès maintenant, une partie des *Pleurodictyum* et toutes les *Michelinia*. C'est pour entrer dans cette voie que j'appellerai notre nouveau *Favositide* du calcaire carbonifère d'Argenteau *Favosites intermedia*.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que la complication des planchers dans l'ensemble du genre *Favosites* ainsi compris a suivi une marche ascendante depuis le silurien jusqu'au carbonifère. Dans le silurien, on trouve surtout des formes à planchers relativement simples (type *Favosites gothlantica*); dans le carbonifère, ce sont les formes à planchers les plus irréguliers, les plus vésiculeux qui prédominent (type *F. favosa*); dans le dévonien, ce sont les formes douteuses, les formes à complication intermédiaire entre celle des espèces du silurien et du carbonifère, qui existent en majorité.

Il me reste, en terminant, à remercier mon collègue et savant ami le professeur G. Dewalque qui a mis à ma disposition, pour le présent travail, non seulement les fossiles des collections géologiques de l'université, mais encore des spécimens de sa propre collection et sa belle bibliothèque si complète sur la littérature des fossiles paléozoïques.

Liége, le 30 novembre 1888.

EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Fig. 1. — *Favosites intermedia*(nov. sp.). Fragment d'un exemplaire grandeur naturelle (moule interne), du calcaire carbonifère supérieur.

Fig. 2. — *Favosites intermedia* (nov. sp.). Quelques moules de polypiérites (grossis 2 fois) d'un autre exemplaire.

Fig. 3. — *Pleurodictyum problematicum.* Quelques moules de polypiérites grossis (d'après Milne-Edwards et Haime).

Fig. 4. — *Favosites gothlantica.* Section longitudinale d'un polypiérite montrant les planchers (grossi 2 fois)

Fig. 5. — *Pleurodictyum (Michelinia) stylophorum.* Section longitudinale d'un polypiérite montrant les planchers (grossi 2 fois).

Fig. 6. — *Emmonsia hemispherica.* Section longitudinale d'un polypiérite montrant les planchers (grossi 2 fois).

Fig.7 et 8.— *Favosites intermedia.* Section longitudinale de deux polypiérites montrant les planchers (grossis 2 fois d'après le moule).

Fig. 9. — *Michelinia tenuisepta.* Section longitudinale d'un polypiérite montrant les planchers (grandeur naturelle).

Fig. 10. — *Favosites intermedia* (nov. sp.). Section transversale de quelques polypiérites montrant les planchers irrégulièrement coupés (grossis 2 fois), d'après un moule.

Fig. 11. — *Pleurodictyum (?).* Fragment d'un exemplaire usé obliquement (moule du calcaire carbonifère inférieur).

ÉTUDE

SUR LA

STRATIGRAPHIE SOUTERRAINE

DE LA

Partie Nord-Ouest de la province de Liége

PAR

Renier MALHERBE.

SOMMAIRE : 1. Objet de la présente étude. — 2. Ses difficultés. — 3. Eléments mis en œuvre. — 4. Exposé de la méthode employée. — 5. Portée scientifique et pratique de cette étude. — 6. Description de la série de sondages utilisés à cette fin. — 7. Epaisseur moyenne des assises secondaires et tertiaires de la région envisagée. — 8. Discussion des faits essentiels résultant de la comparaison des données géologiques fournies par les sondages et les observations à la surface. — 9. Déductions relatives à l'existence de failles. — 10. Faille silurienne. — 11. Faille de Hozémont. — 12. Délimitation du bord méridional du terrain crétacé. — 13. Description de la carte annexée. — 14. Géogénie probable de la partie Nord-Ouest de la province de Liége.

1. Si l'on étudie à un même horizon, le niveau de la Meuse, par exemple, la constitution géologique de la province de Liége au nord du système houiller, on peut apprécier que cette région comporte trois parties bien distinctes : la zone méridionale, comprenant le dépôt houiller proprement dit, la zone orientale, fournie spécialement par l'assise des grès houillers, plus ou moins poudingiformes, appartenant à l'étage inférieur du houiller

et par le calcaire sous-jacent, enfin les zones crétacée et tertiaire à l'ouest de la précédente, et sur la lisière méridionale de laquelle le silurien a émergé en promontoire, effilé vers l'Est, sur un grand développement.

Par expérience personnelle, je puis dire que cette dernière zone, dont je vais m'occuper, est la plus difficile à étudier. Antérieurement, j'ai eu l'occasion de décrire la première zone ci-dessus renseignée [1], et dont la carte, avec notice, publiée en 1873 par l'*Institut du fer et de l'acier*, résume les données essentielles. Le tracé de la deuxième zone a figuré à l'Exposition universelle de Bruxelles en 1880, englobé dans ma carte inédite du *Raccordement des Bassins houillers belges, allemands et néerlandais.*

Ces deux monographies stratigraphiques avaient pour bases des observations précises, les unes puisées dans les travaux houillers, les autres dans les observations à la surface : ces dernières m'avaient permis, entre autres, de suivre l'horizon des grès avec poudingues et par suite du calcaire sous-jacent, sur de grandes étendues.

2. La partie Nord-Ouest de la province de Liége ne présente pas ces facilités primordiales indispensables, et, sans l'exécution de sondages à grande profondeur, cette étude serait encore inabordable avec quelque chance de sincérité.

J'ai pu l'entreprendre à l'occasion des recherches par forages que j'ai effectuées pour démontrer la continuation du houiller au delà des limites septentrionales admises jusqu'à présent, continuation dont j'annonçais théoriquement l'existence dans mon mémoire acadé-

[1] *Description du système houiller de la Province de Liége.* — Mémoire couronné par l'Académie Royale des Sciences de Belgique (non publié).

mique de 1875. C'est depuis lors que j'ai commencé l'étude dont je fournis actuellement une partie des résultats. Elle me permet, dès à présent, d'établir la constitution précise et l'ordre de superposition jusqu'à grande profondeur et, pour préciser, jusqu'au calcaire carbonifère, d'une part et au silurien, d'autre part, des étages secondaires et tertiaires dont les affleurements viennent recouvrir, en stratification discordante, les systèmes primaires.

3. Ayant eu communication de différents carnets de sondeurs, renseignant les assises traversées [1] par des forages effectués pour l'obtention d'eaux alimentaires dans un périmètre compris entre Waleffe-St-Georges, Wamont, Rumsdorp, St-Trond et Tongres, j'utilisai ces données conjointement avec celles que j'avais recueillies par mes propres travaux et les observations à la surface au sud de cette enclave.

4. A cet effet, je dressai au moyen de tous ces éléments des coupes verticales, raccordant deux à deux les différents points de forage précités. J'obtins de la sorte 48 coupes au moyen de 13 sondages. Comme ces coupes présentent deux à deux, dès qu'elles se croisent, une ligne verticale d'intersection, il en résulte que cette dernière constitue un diagramme qui doit être commun à chacune des deux coupes considérées.

A l'effet de faire saisir la portée et le fonctionnement de cette méthode, j'ai tracé sur la carte (pl. II) annexée à ce mémoire le réseau complet des coupes que j'ai dressées pour l'étude dont il s'agit et dont j'annexe trois spécimens comprenant les parties les plus intéressantes et les plus diversifiées.

[1] Je dois signaler toutefois que certaines données de ces sondages ont dû être modifiées par suite de renseignements précis que je dois à l'obligeance de MM. G. Dewalque, Firket et baron Van Ertborn.

Pour exposer comment ces coupes sont établies, je prendrai des exemples et, tout d'abord, la coupe pl. IV de Hollogne-sur-Geer à Boirs.

Les forages pratiqués dans ces deux localités donnent l'épaisseur des assises supérieure et inférieure du crétacé ; ils me permettent, dès lors, de raccorder en coupe verticale les éléments correspondants rencontrés par chacun d'eux. Ce raccordement pourra être modifié ultérieurement dans l'intervalle à l'aide des intersections communes dont je parlerai tantôt. Le sondage de Boirs fournit les assises complètes du crétacé. Il en résulte qu'en poursuivant théoriquement, c'est-à-dire plus ou moins parallèlement aux assises reconnues à Hollogne-sur-Geer celles que renseigne la forage de Boirs, on possédera une coupe théorique complète, se rapprochant autant que possible d'une coupe réelle. Il restera à compléter cette coupe pour les terrains inférieurs d'après l'étude d'ensemble.

Je prendrai un second exemple dans la coupe pl. III de Wamont à Villers-St-Siméon. Ayant reporté sur la coupe verticale les données fournies respectivement par les sondages pratiqués dans chacune de ces localités, je raccorderai les assises similaires, sauf à modifier leur relief respectif d'après les indications que me donneront ultérieurement les lignes de coupes communes. A cet effet, je tâche de mettre en concordance d'abord les coupes *a* et *b*, par exemple, et dès qu'elles me fournissent un raccord satisfaisant, je complète la concordance de toutes les autres en y profilant parallèlement aux assises supérieures connues les données théoriques déduites de la sorte. La planche III présentant beaucoup de lignes d'intersections communes, ces dernières seront autant d'éléments de correction ou de contrôle pour le raccordement établi d'abord.

Prenons un troisième exemple : la coupe de St-Trond à Waleffe-St-Georges, pl. V. Le forage de Waleffe-St-Georges donne deux assises principales du crétacé; celui de St-Trond, après avoir traversé du tongrien, a entamé le landenien. Celui de Rosoux, localité intermédiaire entre les points extrêmes envisagés, a traversé en outre le heersien et touché le crétacé. Il en résulte qu'entre St-Trond et Waleffe-St-Georges j'obtiens une assise commune du crétacé que je raccorde suivant une allure provisoire qui devra être modifiée ultérieurement d'après les données théoriques que me fourniront les intersections communes d'une part, et le tracé horizontal d'autre part. Possédant cette base initiale de raccordement entre ces points extrêmes, je profile au-dessus et au-dessous parallèlement les assises supérieures et inférieures, les premières fournies par le sondage de St-Trond, les secondes par les données théoriques précédemment acquises.

Je crois qu'il est inutile de multiplier les exemples pour faire apprécier la méthode adoptée. Il me reste à exposer le mode de contrôle introduit par la mise en œuvre des données que procurent les intersections communes.

Je dirai tout d'abord que ces dernières sont toutes tracées sur la carte et sur les coupes verticales; des indices n'y sont inscrits que pour les parties intéressant les trois coupes ci-annexées. Ainsi, la lettre *b* indique l'intersection commune aux coupes raccordant respectivement les sondages de St-Trond et de Waleffe-Saint-Georges avec ceux de Wamont et de Villers-St-Siméon. Il en résulte que cette verticale *b*, ligne d'intersection, doit présenter dans les deux plans sécants, sur toute la hauteur, un diagramme identique. Pour le contrôler, il me suffit de tracer sur la première de ces coupes une

ligne verticale à la distance comprise entre la lettre *b* et St-Trond, et sur la seconde coupe, une autre verticale à la distance comprise entre la lettre *b* et Wamont. Ces deux lignes doivent fournir une coupe géologique où chaque assise corresponde à la même profondeur relativement à un horizon commun et possède la même épaisseur.

Cela posé, nous reprenons isolément les deux coupes de Wamont à Villers-St-Siméon, pl. III, et de St-Trond à Waleffe-St-Georges, pl. V.

Si la coupe primitive, tracée hypothétiquement entre les forages respectifs précités, ne présente pas à l'intersection *b* un diagramme identique, et il est fort peu probable qu'il puisse l'être d'emblée, je suis amené à le modifier alternativement l'une et l'autre coupe, en faisant état des exigences d'un raccordement horizontal régulier. Ces modifications ne peuvent être considérées comme définitives aussi longtemps que je n'ai pas achevé le contrôle de toutes les intersections communes figurant sur chacune de ces coupes. Aussi, avant d'adopter les modifications qui sont la conséquence de cette première revision, je procéderai à un contrôle similaire en ce qui concerne par exemple l'intersection *c*, commune à la coupe de Hollogne-sur-Geer à Boirs, pl. IV, et celle de Wamont à Villers-St-Siméon, pl. III.

Ce que je viens de dire des intersections précitées, est applicable à toutes les autres figurant sur la carte ci-jointe. On conçoit qu'en procédant à un travail de contrôle aussi multiple qui, au moindre écart trop brusque dans le raccordement d'une coupe ou du tracé horizontal, entraîne un remaniement plus ou moins considérable, on doit forcément arriver à obtenir des coupes quasi réelles, car cette méthode est un véritable système d'élimination successive des inconnues du problème.

Jamais dans cette étude, je ne suis parvenu d'emblée à trouver cette identité absolue, cette concordance parfaite, indispensable cependant. Tantôt une coupe devait être remaniée dans sa partie hypothétique, tantôt une autre, et plus souvent l'ensemble devait être plus ou moins modifié.

Ces changements devaient être révisés à nouveau lorsque la mise en concordance des diagrammes successifs d'une même coupe, *a*, *b*, *c*, etc. par exemple, laissaient à désirer, et ce n'est qu'après ces modifications répétées à chaque intersection commune que je suis parvenu à constituer un ensemble régulier, satisfaisant, ainsi qu'en témoignent les trois coupes annexées au présent mémoire, et choisies parmi les quarante-huit coupes dressées successivement avec les mêmes soins, et d'abord à grande échelle pour les hauteurs, à l'effet de mieux apprécier les modifications théoriques à introduire pour un tracé définitif à l'échelle à laquelle elles sont réduites [1].

Par ce système, j'obtins donc autant de points de contrôle pour la zone interposée entre deux sondages et non explorée par la sonde, qu'il se rencontrait de plans sécants dans l'intervalle. Je trouvai ainsi environ deux cent intersections communes pour le réseau envisagé.

Leur mise en concordance parfaite fut le résultat d'un travail de tâtonnements et de patience qui entraîna le remaniement plus ou moins important des raccordements hypothétiques antérieurs. Cette opération terminée, c'est-à-dire la concordance précitée obtenue pour toutes les intersections communes, les coupes

[1] Sur la carte ci-annexée, des lignes d'intersection intéressant les trois coupes verticales jointes à ce mémoire, ne sont inscrits que les indices des intersections communes aux trois coupes précitées. — Le profil de la surface a été obtenu au moyen des courbes de niveau renseignées sur les cartes de l'Institut cartographique militaire.

verticales ainsi dressées devaient forcément présenter des garanties d'exactitude *réelle*, quoiqu'elles fussent *théoriques* pour une partie de leur étendue. Ce caractère de réalité s'affirme si, dans leur ensemble, elles offrent la régularité d'allure qu'affectent généralement ces formations. Un dernier contrôle du même sujet réside dans l'exécution de la carte souterraine obtenue par une tranche de niveau prise à un certain horizon de ces coupes relativement au zéro de la mer.

La coupe horizontale ci-annexée a été dressée à la cote de 62^{m} au-dessus du zéro de la mer à Ostende, soit le niveau de la Meuse à Liége.

Tels sont les divers éléments de l'étude entreprise, et dont la mise en œuvre a exigé un travail assidu et prolongé, de patience méticuleuse.

5. Avant d'en décrire les parties essentielles, je désire en faire apprécier la portée, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue des applications.

L'étude géologique du sol par les affleurements ne peut donner qu'une idée incomplète de la constitution d'une région dès que cette dernière embrasse des assises de formations diverses; elle ne permet pas d'en dévisager exactement toutes les concordances et discordances de stratification. Dès que l'on peut dresser des coupes théoriques suffisamment exactes, on est en état de définir ces accidents géologiques et de mesurer l'épaisseur moyenne de chaque assise, envisagée sur un grand développement.

Ces accidents sont le résultat de cassures ou de failles avec glissement de l'une des parties. L'analyse stratigraphique d'une région au moyen de coupes verticales construites sur des données exactes permet, comme c'est le cas présentement, de conclure à l'existence de failles inconnues et qu'il serait impossible de trouver par une étude du sol superficiel.

Si le réseau de coupes théoriques dressées présente un caractère suffisant d'exactitude, il garantit le précieux avantage de pouvoir fournir directement, pour un point quelconque compris dans le réseau envisagé, la coupe verticale y afférente, et par suite, de pouvoir déterminer à quelle profondeur, à travers quels terrains un forage ou un puits devra être creusé pour atteindre telle ou telle assise, tel ou tel niveau hydrostatique.

Pour en fournir la preuve, je prendrai sur la carte ci-jointe un point A au hasard dans une partie du réseau où les sondages ne sont pas rapprochés. Si l'ensemble des coupes qu'il comprend a été dressé avec tout le soin voulu, et l'on ne peut en douter d'après ce qui précède, j'obtiendrai la coupe verticale d'un sondage à pratiquer en A en raccordant ce dernier point au sondage de St-Trond, le plus rapproché, et prolongeant cette coupe à travers le restant du réseau. Chaque intersection de cette ligne nouvelle de coupe avec les lignes de coupes établies antérieurement donnera un ensemble de diagrammes dont la régularité est acquise anticipativement, puisque cette coupe nouvelle sera forcément intermédiaire comme résultat entre les deux coupes latérales régulières de St-Trond à Hozémont et de St-Trond à Ans.

L'étude actuelle permettra aussi de faire apprécier à quels résultats on peut arriver par la méthode stratigraphique dont je me suis servi, et que j'appelle *méthode des intersections*. J'espère qu'elle fournira l'occasion à ceux qui possèdent des données par sondages, d'en généraliser l'application.

6. Les treize forages dont je vais décrire les résultats, embrassant la zone de la présente étude, ont été entrepris dans les communes dont voici la désignation : St-Trond, Rumsdorp, Wamont, Houtain-l'Evêque, Cras-Avernas,

Trognée, Waleffe-St-Georges, Hollogne-sur-Geer, Rosoux-Goyer, Tongres, Villers-St-Siméon, Boirs et Mheer. La localité de Hozémont intervient également dans les coupes verticales par les points d'affleurements importants qu'elle présente, de même que celles de Fumal, Pitet, Dreye, Fallais, Huccorgne, etc.

Description du forage de St-Trond.

Cote : 54,50.

Limon hesbayen.	3,20	
Sables blancs jaunâtres, brunâtres et gris micacés	17,35	Tongrien.
Argilite grise verdâtre.	47,75	Landenien.
Marne grise blanchâtre	26,00	31,20 Heersien.
Sable calcareux gris foncé	5,20	
Assises du crétacé : partie du Maestrichtien et sénonien	110,00	Crétacé.
Silurien.		
Total. . .	209,50	

Description du forage de Rumsdorp.

Cote : 69,50

Morts terrains	7,50	Tongrien.
Argilite très dure avec sable et calcite .	6,00	21,50 Landenien.
Argilite grise	3,50	
Argilite calcareuse grise verdâtre . . .	12,00	
Sable bleu argileux	2,50	6,00 Heersien.
Sable calcareux gris foncé	3,50	
Marne et silex		Crétacé.
Total . . .	35,00	

Description du forage de Wamont.

Cote : 95,00

Morts terrains (maçonnés)	9,50	Limon et Tongrien.
Argilite très dure	26,50	28,00 Landenien.
Argilite calcareuse (source)	1,50	
Sable bleu terreux	7,50	Heersien.
Craie et silex (source)	9,50	Crétacé.
Schiste et grès siluriens	26,00	Silurien.
Total . . .	80,50	

Description du forage de Houtain-l'Evêque.

Cote : 110,00

Sable jaune mouvant	2.00	Tongrien.
Argilite.	4,50	5,50 Landenien.
Argilite calcareuse (source)	1,00	
Total . . .	7,50	

Description du forage de Cras-Avernas.

Cote : 125,00

Morts terrains (maçonnés)	10,00	Quaternaire.
Argilite très dure avec sable et calcite .	6,00	10,50 Landenien.
Argilite grise très dure	4,50	
Marne grise blanchâtre (source) . . .	7,00	Heersien.
Total . . .	27,50	

Description du forage de Trognée.

Cote : 134,m00

Morts terrains (maçonnés)	8,00	Quaternaire et Landenien.
Argilite très dure	9,50	Landenien.
Argilite calcareuse	5,00	9,00 Heersien
Sable noir argileux.	4,00	
Calcaire, marne jaunâtre (source) . . .	2,50	Crétacé.
Total . . .	29,00	

Description du forage de Waleffe-St-Georges.

Cote . 155,m00

Terre végétale	0,50	7,50 Quaternaire.
Argile jaune et rognons de silex . . .	7,00	
Craie et silex	30,00	Crétacé.
Argile bleue très compacte et pierre . .	4,25	Silurien.
Argile verte très compacte et pierre . .	1,50	
Total . . .	43,25	

Description du forage de Hollogne-sur-Geer.

Cote : 129,m50

Morts terrains (maçonnés)	8,00	Quaternaire et Tongrien.
Craie et silex	26,00	30,50 Crétacé.
Argile bleue verdâtre (source)	4,50	
Total . . .	38,50	

Description du forage de Rosoux-Goyer.

Cote : 121,m00

Sables	15,00	Tongrien.
Grès landenien (pierre à pavés) . . .	1,50	5,50 Landenien
Pierre de sable et sable alternant . . .	2,00	
Grès landenien (pierre à pavés) . . .	2,00	
Argile calcareuse (source)	14,25	23,35 Heersien.
Sable gris terreux	4,00	
Argile grise sableuse	3,50	
Sable noir terreux	1,60	
Silex		Crétacé.
Total . . .	43,85	

Description du forage de Tongres.

Cote : 104,00

Terre végétale	1,50	14,00 Quaternaire.
Argile jaune	3,50	
Argile lignée de jaune.	0,75	
Argile blanchâtre sableuse	7,00	
Argile jaunâtre sableuse, coquillifère. .	1,25	

Argile noire compacte	0,75	36,85 Tongrien.
Argile bleue blanchâtre	1,50	
Sable bleu argileux	0,50	
Argile bleue compacte, coquillifère	0,50	
Sable bleu mouvant	0,75	
Argile brune	0,60	
Argile bleue compacte	1,80	
Sable gris argileux	0,75	
Argile bleue compacte	0,75	
Sable gris mouvant	0,75	
Sable vert argileux	3,50	
Argile noire compacte	0,50	
Sable vert compacte	2,50	
Sable brun compacte	1,50	
Argile bleuâtre sableuse	20,00	
Argilite	7,50	Heersien.
Total	58,35	

Description du forage de Villers-St-Siméon.

Cote : 138,00

Limon	2,90	17,20 Quaternaire.
Argile jaune avec silex	6,20	
Argile jaune avec gravier	6,10	
Argile brune compacte (altération de la craie)	2,00	
Craie et Silex	30,15	50,08 Crétacé.
Silex	0,15	
Marne verdâtre	0,18	
Argile grise	10,40	
Conglomérat	9,20	
Calcaire carbonifère		Carbonifère.
Total	67.28	

Description du forage de Mheer.

Cote : 114

(Extraite de notes déposées à l'université de Liége et communiquée par M. le professeur G. Dewalque.)

Marne et pierre de marne	29,00	94,00	Crétacé.
Argile bleue	12,00		
Argile bleue sableuse	6,00		
Sable vert	47,00		
Schistes primaires	19,50		(?)
Total	113,50		

Description du forage de Boirs.

Cote : 98,00

Terre végétale	1,15	4,55	Quaternaire.
Gravier et Silex	3,40		
Craie	19,85	92,20	Crétacé.
Silex	0,55		
Marne jaunâtre	17,90		
Silex gris	0,40		
Sable argileux grisâtre	5,05		
Argile grise	1,45		
Argile grise bleuâtre	8,00		
Argile sableuse verte	7,00		
Argile jaune compacte	2,10		
Sable argileux compacte	4,00		
Argile jaune ébouleuse	10,00		
Argile rouge avec rognons de sperkise	15,90		
Conglomérat			
Total	96,75		

7. De la description précédente on peut conclure qu'envisagée dans son ensemble, la zone comprise entre St-Trond, Rumsdorp, Villers-St-Siméon et Boirs comporte les assises inférieures du tertiaire et celles du

crétacé depuis la craie blanche jusqu'aux argiles aachéniennes et au conglomérat, reposant sur le silurien vers l'Ouest, sur le calcaire carbonifère vers l'Est.

La coupe du sondage de Tongres fournit la description la plus complète du tongrien. Si, au moyen des forages précités qui ont traversé le landenien, le heersien et le crétacé, on prend la moyenne de chaque division, on obtient les épaisseurs correspondantes ci-après :

Tongrien.	Landenien.	Heersien.	Crétacé.
34,65	28,87	13,18	86,57

Les assises les plus complètes du landenien ont été rencontrées à St-Trond, où elles atteignent une épaisseur totale de 47,^{m}75. Celles du heersien l'ont été, dans le même réseau envisagé, à Rosoux-Goyer sur une profondeur de 23,^{m}35. Enfin, celles du crétacé fournissent un diagramme de 110^{m} à St-Trond. Dans aucun des forages précités, l'ensemble des formations respectivement susénoncées n'a été traversé en entier.

Je dois signaler toutefois qu'à l'exception des sondages de Villers-St-Siméon et de Boirs, exécutés par moi, et pour lesquels j'ai conservé des échantillons complets, je n'ai pu contrôler les résultats des autres forages entrepris par des sondeurs qui n'avaient point conservé de témoins. Certaines erreurs pourraient en être la conséquence au point de vue de l'épaisseur respective du heersien, du landenien et du tongrien. Néanmoins, ces erreurs n'entacheraient pas la configuration générale du bassin crétacé, lequel me paraît déterminé avec toute la précision voulue sur le développement de la région considérée.

8. Le silurien est connu à la surface vers le Sud-Ouest; j'ai suivi ses affleurements à Fumal, Pitet, Dreye, Fallais et au delà, longeant la ligne ferrée vers Hannut, avec pente de 75° à 80° vers le Nord-Ouest. — Il est encore connu à la surface au sud-ouest de Hozémont, avec pente de 65° vers le Nord-Ouest.

Partout ailleurs le quaternaire d'abord, le tertiaire et le crétacé ensuite recouvrent dans la région envisagée les assises précitées. C'est ainsi qu'à Wamont, M. le baron Van Ertborn a atteint le silurien par un forage directement sous la marne.

Au point de vue de leur allure générale, on peut constater, d'après les coupes verticales ci-annexées, que ces dépôts, secondaires et tertiaires, plongent avec une très faible pente vers le Nord un peu Ouest, qu'ils reposent en stratification discordante sur le silurien, et que les roches siluriennes et le calcaire carbonifère sont aussi en discordance.

Quant à leur direction, on voit d'après la carte que les terrains recouvrant les assises précitées se dirigent de l'O. O. S. O. vers l'E. E. N. E. et que très probablement, aux deux extrémités de la région envisagée, c'est-à-dire suivant une ligne passant de Rumsdorp à Wamont, d'une part, et de Tongres à Boirs, d'autre part, elles se plissent symétriquement en formant un bassin moins déprimé vers l'Ouest que dans la partie orientale.

Cette particularité étant remarquable au point de vue géogénique, je vais en démontrer l'existence. Elle m'est fournie par la coupe verticale reliant Villers-St-Siméon, Boirs et Mheer. L'argile grise inférieure à la marne est atteinte par ces trois sondages à des cotes qui nécessitent l'interposition d'un bassin compris entre Boirs et Mheer, tandis que de Boirs vers Villers-St-Siméon, la même couche suit un pendage régulier en plateure inclinant

vers le Nord-Ouest. L'assise de la marne est déposée suivant une épaisseur normale régulière à Boirs, tandis qu'elle est en grande partie dénudée à Mheer à et Villers-St-Siméon, sur les bords septentrional et méridional du bassin précité.

Cette coupe est des plus remarquables encore à d'autres points de vue : elle donne le profil du lit qu'a formé la mer crétacée. Entre Villers-St-Siméon et Boirs, elle est creusée en grande partie dans le conglomérat rencontré par mes forages entrepris dans ces deux localités et formant la transition aux roches primaires sous-jacentes. En dessous, j'ai trouvé à Villers-St-Siméon le calcaire carbonifère, et il est indubitable que si le forage de Boirs avait été poursuivi [1], il l'aurait également atteint. A Mheer, au contraire, sous l'argile grise crétacée on passe directement à des sables verts probablement herviens. Il y a donc lieu d'en conclure à l'existence d'une ligne de dénivellation failleuse interposée. Cette dernière assise n'a pas, en effet, été rencontrée à Boirs. Il existe donc un hiatus que l'on ne pourrait expliquer que par l'interposition d'un glissement failleux. Enfin, sous les sables verts précités, le sondage de Mheer renseigne des schistes noirs dont les échantillons, quoique se rapprochant du houiller, pourraient être siluriens. J'ai, en tous cas, admis que ces schistes sont siluriens; la coupe que j'ai dressée en raccordement des forages de Villers-St-Siméon, Boirs et Mheer offre en ces conditions de grandes apparences de vraisemblance.

Le bassin de la mer crétacée dont je viens de parler, n'est pas indiqué exclusivement sur la coupe précitée. En effet, à l'opposite de la région faisant l'objet de la

[1] Ce forage a dû être abandonné à la rencontre du conglomérat par suite du bris de la sonde, tordue inopinément par la rotation du manège, très probablement à la rencontre d'une anfractuosité de cette roche.

présente étude, et à peu près suivant une ligne raccordant les sondages de Rumsdorp et de Wamont, je constate l'existence d'un mouvement analogue.

C'est ainsi qu'une allure en forme de bassin, fort aplati, sans doute, se dessine d'une manière assez apparente sur les coupes suivantes :

De Cras-Avernas à Houtain-l'Evêque et à Wamont.

De Rumsdorp à St-Trond, à Villers-St-Siméon et à Tongres.

De Wamont à Villers-St-Siméon.

De Waleffe-St-Georges à Rosoux-Goyer et à St-Trond.

De Waleffe-St-Georges à Trognée et à Wamont.

De Waleffe-St-Georges à Rumsdorp.

De Rosoux-Goyer à Rumsdorp.

De Trognée à Rumsdorp.

De Trognée à Houtain-l'Evêque et à Wamont.

De Boirs à Tongres et à St-Trond.

Toutes ces coupes, que j'ai dressées, démontrent l'existence d'une dépression en fond de bassin vers St-Trond, Rumsdorp et Wamont.

Je crois donc pouvoir en conclure que le lit de la mer crétacée s'est développé suivant un axe compris entre St-Trond et Rumsdorp à l'Ouest et entre Boirs et Mheer, à l'Est.

D'autre part, la coupe entre Tongres et Rumsdorp révèle un mouvement de relèvement des assises au nord de chacun de ces points extrêmes.

Je puis donc conclure à l'existence des mouvements ci-dessus décrits et symétriquement disposés, tels que la carte les signale, aux deux extrémités des zones occidentale et orientale de l'enclave dont il s'agit, mais moins prononcés toutefois à l'Ouest qu'à l'Est.

Je ferai observer, en passant, cette particularité stratigraphique que le bassin en question et la selle qui doit

faire suite à ce bassin vers le Nord, se trouvent en concordance avec les plis similaires du calcaire de Visé.

Les assises tertiaires et crétacées ne présentent, ainsi que les coupes verticales le prouvent, que des discordances de stratification par dénudation peu considérables et généralement localisées. Ces faits se révèlent d'une manière tout aussi manifeste sur la carte, synthèse de ces coupes. A part les plissements dont j'ai fait mention plus haut aux extrémités Est et Ouest de cette carte, elle montre dans toute la région du Nord une sédimentation lente et régulière qui tend à démontrer que le dépôt s'est effectué pendant une période longue et calme. J'ajouterai que les coupes verticales témoignent d'un parallélisme des plus remarquables de régularité pour toute la région septentrionale. Il n'en est pas de même pour les régions méridionale et orientale.

De la comparaison des sondages dont la description précède, il résulte que c'est celui de Boirs, poussé jusque près de 100 mètres de profondeur, qui fournit la succession la plus complète des terrains crétacés pour la région considérée, et, si l'on poursuit cette coupe théoriquement par les données complémentaires que donne mon forage de Villers-St-Siméon, lequel a traversé tout le conglomérat, tandis que celui de Boirs n'a fait que l'atteindre, on possède pour toute la zone considérée, envisagée en allure régulière, sans interposition de failles, la série constitutive des assises géologiques depuis le quaternaire, le tongrien, le landenien, le heersien et le crétacé jusqu'au calcaire carbonifère. C'est la première fois que la rencontre de ce dernier est constatée en cette région, et ces données constituent un ensemble précieux, qui n'était pas acquis à la science jusqu'aujourd'hui.

9. Pour suivre l'enchaînement de mes études sur ce

sujet, je mentionnerai que c'est à partir de ce point que la tâche du stratigraphe devient aussi délicate que difficile. En effet, jusque là j'avais complété théoriquement chacune des coupes précitées par les données de Boirs et de Villers-St-Siméon, j'avais mis en concordance théorique chacune des coupes verticales à leurs intersections communes. Mais dès que j'appprochais des limites du terrain crétacé, j'étais arrêté par une discordance de fait que me révélèrent des tentatives similaires de raccordement partant d'un autre point. Il me fallait donc recommencer *ab ovo* ce travail de Pénélope, tenter un nouvel essai sur des bases théoriques nouvelles.

C'est alors que s'imposa la recherche obligatoire de la limite méridionale du terrain crétacé et des discordances failleuses dont les sondages comparés de Boirs et de Villers-St-Siméon me fournissaient, en quelque sorte, les premiers éléments.

A l'effet de généraliser cette étude, dont l'importance ne pouvait s'apprécier par des observations localisées trop peu nombreuses, dans la région dont je m'occupe, je l'explorai à nouveau partout où le silurien était dénudé ; la direction et l'inclinaison de ces bancs reportées sur mes premières tentatives de raccordement horizontal me fournirent une voie nouvelle pour les recherches entreprises. Le point géologique, aussi remarquable que classique, de Hozémont me donnait enfin un trait d'union entre les observations d'affleurements précités et les résultats de mes sondages.

Tels furent les derniers jalons qui me permirent de me guider dans la tentative que j'entrepris de débrouiller les incohérences apparentes dans l'assemblage stratigraphique des terrains secondaires et tertiaires au Nord, du silurien au centre, du carbonifère et du dévonien au Sud. Ces incohérences disparurent du moment où j'eus

trouvé la trace et la ramification des accidents qui ont mis en regard des terrains d'âge aussi dissemblables. C'est ce que je vais tâcher de démontrer.

10. L'existence d'une faille, considérable par son rejet, est pertinente au nord de Hozémont, au contact du calcaire dévonien et du silurien, avec pente vers le Nord. D'après la direction des bancs réciproques de ces deux roches, elle doit indubitablement se prolonger au Sud-Ouest vers Huccorgne, en coupant en ce point le retour en dressant du calcaire dévonien.

En effet, à l'entrée du tunnel de Huccorgne, on constate dans le calcaire dévonien une selle légèrement aplatie et à faible pente sur les deux versants. Au delà vers le Nord, on rencontre les assises siluriennes à forte pente. Il y a donc faille entre le silurien et le dévonien au nord de Huccorgne, dans les mêmes conditions stratigraphiques et pétrographiques qu'au nord de Hozémont.

La selle calcaire dont je viens de parler, passe très probablement en profondeur par ce dernier point, car à mon sondage de Villers-St-Siméon, le calcaire n'a été atteint qu'en dessous du niveau de la carte ci-annexée, et l'ensemble des coupes ci-jointes tend à établir cette version. Ajoutons que, dans ce dernier sondage, c'est l'assise carbonifère du calcaire qui a été dûment constatée. Or, au sud de Huccorgne se présente également le calcaire carbonifère sur lequel repose le houiller, tandis que, suivant la direction de Huccorgne à Hozémont, on constate une bande de dévonien sur lequel sont superposés au sud de Hozémont les phtanites houillers. On peut donc en conclure, en constatant l'existence d'une crête de selle de Huccorgne vers Hozémont, que le sondage de Villers-St-Siméon a rencontré le prolongement de cette selle vers Visé et que cet axe appartient à un même mouvement de soulèvement qui, à la suite d'un

glissement local, a mis le dévonien de Hozémont en contact avec le houiller. La partie de la carte dont il s'agit a été tracée d'après les déductions théoriques étayées sur les observations d'affleurements ci-dessus rappelées.

De ce qui précède, je puis conclure à la présence d'une faille considérable entre le silurien, d'une part, le carbonifère et le dévonien, d'autre part, et se dirigeant de Huccorgne vers Hermée.

Un fait, de constatation relativement récente, me permet d'attribuer cette direction à cet accident géologique. En effet, une faille à forte pente vers le Nord a été rencontrée, il n'y a pas longtemps, à l'est de Hermée par les travaux houillers de Biquet-Gorée. On a pu constater le rejet de 100^{m} en verticale qu'elle a occasionné dans la couche Belle-et-Bonne. Sa direction bien établie de l'O. O. E. à l'E. E. W. me permet d'induire qu'elle pourrait être le prolongement de la faille existant dûment vers l'Ouest d'après les faits précités, faille que j'appellerai, eu égard à son contact principal, *faille silurienne.*

11. Indépendamment de cet accident géologique, dont l'importance de la dénivellation considérable diminue probablement vers l'Est, où elle aurait cependant encore 100^{m} de puissance, l'émergence du silurien s'étant produite de la partie occidentale vers la partie orientale, une autre faille sépare évidemment le calcaire dévonien de Huccorgne du calcaire carbonifère au sud de cette localité; elle passe à Hozémont où elle sépare le houiller du dévonien; elle se ramifie très probablement à la faille silurienne à l'ouest de Huccorgne pour séparer au delà de Hozémont vers l'Est le calcaire carbonifère et le houiller du silurien et du crétacé.

Je considère cette seconde faille comme antérieure à la précédente qui l'aurait, par suite, déchirée en deux

avec rejet de l'un des lambeaux, à l'instar des filons croiseurs. Si son passage au sud de Huccorgne et de Hozémont est indéniable, la coupe de Villers-St-Siméon démontre toute la vraisemblance de son existence au sondage de cette dernière localité avec pente vers le Nord-Ouest. Eu égard à sa constatation précise à Hozémont, je la baptisai *faille de Hozémont.*

Enfin, je signalerai comme un accident parallèle à la faille silurienne une faille beaucoup moins importante que les précédentes et connue dans la concession de Biquet-Gorée sous le nom de *faille des Hollandais.* Quoiqu'elle ne soit délimitée que dans une zone peu étendue du terrain houiller, je l'ai tracée sur la carte ci-jointe pour mémoire et à l'effet d'enregistrer tous les faits connus qui peuvent intéresser la région envisagée.

Tel est l'ensemble des faits corroborant l'existence des failles que j'ai tracées et dont la présence explique pour les deux premières les incohérences stratigraphiques apparentes de la partie au sud du silurien.

Il est, on le reconnaîtra, peu d'enclaves géologiques présentant, sur un espace relativement restreint, des dislocations aussi multiples et dont les coupes verticales fournissent les relations et une légitimation que l'on peut considérer comme satisfaisante, à défaut de preuves plus palpables.

En admettant que leur délimitation plus précise soit parfaitement discutable, leur tracé même, plus ou moins aléatoire dans l'état actuel de nos connaissances, ne pourra que faciliter les études ultérieures lorsque des travaux nouveaux ou des découvertes futures permettront de rencontrer dans les intervalles, actuellement inexplorés, des constatations inattendues à mettre en œuvre.

L'existence de ces failles étant admise, on pourrait

croire à première vue que, si le calcaire carbonifère au sud de Huccorgne vient buter en plateure terminale contre la faille de Hozémont, le calcaire dévonien de Horion-Hozémont, de même que le calcaire carbonifère de Villers-St-Siméon, viendraient également buter en plateure contre le silurien redressé au delà des failles qui séparent ces formations. Sur la carte ci-jointe j'ai admis une autre version, à savoir que ces deux derniers calcaires formeraient selle contre la faille silurienne.

Sans doute, l'observation des affleurements à Horion-Hozémont ne révèle pas à suffisance l'existence d'un mouvement de l'espèce : mais cette crête de selle peut avoir été coupée par la faille contre laquelle le calcaire vient mourir; rien ne dit qu'on ne la rencontrerait à une certaine profondeur, et la coupe de Tongres à Horion-Hozémont permet d'admettre son existence au niveau de la Meuse, qui est l'horizon de la carte ci-jointe. En dehors de cette hypothèse, sans doute très discutable, l'observation démontre la présence d'une selle faiblement infléchie à Huccorgne. N'y a-t-il pas lieu d'admettre que ce mouvement indéniable se trouve sur l'axe du même mouvement constaté dans la partie sud-ouest du mamelon calcaire de Visé? Dans cet ordre d'idées, la bande étroite et allongée du calcaire dévonien, de Huccorgne vers Villers-St-Siméon, formerait selle suivant un axe général de soulèvement compris entre cette première localité et Visé. Cette déduction, importante au point de vue géogénique, m'est également confirmée par l'étude des travaux houillers de Biquet-Gorée, lesquels, dans leur région sud, révèlent l'existence d'une selle très aplatie dont l'analogie de formation avec celle du calcaire dévonien est complète, tant au point de vue de la direction générale que de son allure en bande allongée, et que de la pente de ses versants nord et sud à Huccorgne.

Plus au delà, vers le nord-est de Villers-St-Siméon, le calcaire carbonifère prendrait une allure symétrique à la partie septentrionale du calcaire de Visé, où les deux pendages inverses sont également pertinents.

En d'autres termes, l'axe décrit ci-dessus constituerait le pivot d'un soulèvement général de Huccorgne à Visé, soulèvement qui aurait donné naissance aux failles dont la description précède.

12. Ainsi que je l'ai signalé, le sondage de Villers-St-Siméon montre la superposition directe du crétacé au calcaire carbonifère. A l'ouest de ce point on passe du crétacé au silurien. Il y a donc lieu de rechercher suivant quelle trace se profile la ligne de discordance entre ces deux formations d'âge si différent; en un mot, il convient de délimiter le bord méridional du système crétacé.

La localité la plus occidentale où j'en trouve le passage est Wamont. En effet, le sondage pratiqué en ce point, par M. le baron O. van Ertborn, après avoir traversé les assises inférieures du landenien, a passé la craie de Hesbaye et, au lieu de recouper ensuite l'argile grise, est entré directement dans les psammites verts siluriens bien caractérisés.

En ce point la limite est donc atteinte.

Aucun autre sondage de la région envisagée ne m'a donné la rencontre constatée authentiquement du silurien. Toutefois, le forage de Waleffe-St-Georges doit l'avoir atteint, après avoir traversé en grande partie l'argile grise. Mais je n'ai pu obtenir les échantillons de ce sondage dont la légende renseigne, sous la dite argile, la rencontre de *pierres dures*. J'ai tout lieu de croire que cette *pierre dure* est du silurien. En effet, l'étude de ce dernier terrain à la surface entre Fallais, Fumal et Vieux-Waleffe démontre à suffisance qu'il s'avance en promontoire fortement incliné contre les assises créta-

cées qui le recouvrent sous une faible pente. Sans pouvoir préciser d'une manière rigoureuse le passage de cette ligne de discordance, j'en ai fait l'étude stratigraphique théorique au moyen de mon canevas de coupes verticales, c'est-à-dire en reportant sur celles-ci le passage certain du silurien à Wamont, son existence probable au sondage de Waleffe-St-Georges, et sa présence à la surface dans toute la zone entre Fallais, Fumal et Vieux-Waleffe [1].

C'est à la suite d'une série d'essais du profil régulier de ce terrain sur les coupes intermédiaires, et en mettant en concordance les points de recoupe hypothétiques sur les méridiennes interposées de ce réseau, que je suis parvenu à tracer horizontalement, sur la carte ci-jointe, le bord méridional du terrain crétacé à l'est de Wamont jusque Waleffe-St-Georges.

Quant à son prolongement vers l'Est, au delà de ce dernier point, les coupes de Rumsdorp à Villers-St-Siméon et de Wamont à Villers-St-Siméon semblent prouver qu'en cette dernière localité la limite du crétacé vient, au niveau de la carte, buter contre la faille silurienne. On peut donc, sans crainte d'erreur sensible, raccorder suivant une courbe régulière les trois points de Wamont, Waleffe-St-Georges et Villers-St-Siméon, comme tracé du bord méridional du crétacé dans la région dont il s'agit, sous la condition que le report de cette limite dans chacune des coupes interposées ne soulève aucune difficulté, ce qui a eu lieu.

A Boirs, qui constitue à peu près le fond du bassin crétacé, on peut induire, d'après la coupe de Villers-

[1] M. le professeur Dewalque vient de m'informer que le silurien a été dûment constaté par un forage à Waleffe, à la profondeur de 49 mètres et directement sous la marne. Ce renseignement précis confirme les déductions précédentes.

St-Siméon à Boirs et à Mheer, que le bord méridional de cette formation vient mourir contre le calcaire carbonifère, au contact de la faille silurienne.

La coupe susdite permet de délimiter le même fond du bassin crétacé dans cette dernière localité, de telle sorte que l'on peut considérer cette limite acquise depuis Wamont jusqu'au delà de Boirs.

De ce qui précède, il résulterait que la région faisant l'objet de l'étude actuelle présenterait dans sa partie méridionale un vaste promontoire silurien dont l'émergence aurait amené la discordance de stratification avec le crétacé postérieurement sédimenté au Nord et aurait provoqué le contact failleux de l'anthraxifère au Sud.

13. Les considérations précédentes démontrent à suffisance combien la zone envisagée offre d'intérêt et de variété géologiques, combien aussi l'étude détaillée des sondages qui m'ont amené à en faire l'analyse stratigraphique permet par induction de fournir la trace des relations existant entre les différentes assises constitutives, qui, tout d'abord, ne semblent pas pouvoir s'assembler les unes avec les autres.

Les conclusions des tracés insérés dans les coupes verticales comme dans la carte ci-annexée fournissent donc une solution géologique aux problèmes multiples que soulevait le raccordement des différents terrains intervenant dans cette enclave.

La carte ci-jointe, dressée à l'horizon de la Meuse, est obtenue par les intersections de ce plan avec chacune des quarante-huit coupes verticales faites de sondage en sondage : elle est donc la synthèse de l'étude analytique résumée dans ce mémoire. Elle fournit l'allure du tongrien, du landenien, du heersien et du crétacé, l'intersection de ces derniers terrains avec le silurien, formant pointe vers l'Est et contre lequel sont adossés, en strati-

fication discordante par interposition de faille, des lambeaux du calcaire dévonien et du calcaire carbonifère, ce dernier servant de base au houiller.

14. Il me reste à rechercher, sur les données stratigraphiques énoncées dans le cours de ce mémoire, quelle a été la géogénie probable de la partie nord ouest de la province de Liége.

La présence du calcaire carbonifère, d'une part, vers l'extrémité nord-est, c'est-à-dire à Villers-St-Siméon, constatée un peu en dessous de l'horizon de la carte, et d'autre part, au sud de Huccorgne, en élaguant provisoirement les soulèvements failleux qui ont modifié postérieurement l'aspect géologique circonvoisin, permet de conclure qu'à l'origine les lambeaux actuels de ce calcaire constituaient une même plateure continue, limitant au nord la formation carbonifère et qui, à l'origine, s'étendait vraisemblablement sous une grande partie de la Hesbaye. Ce dépôt régulier fut interrompu par un premier soulèvement du calcaire suivant un axe de Huccorgne à Hozémont et à Villers-St-Siméon, se dirigeant vers Visé, axe de selle aplatie, caractérisant toute cette région.

C'est ce soulèvement qui mit en regard le dévonien avec le carbonifère et le houiller, ainsi que les coupes de Tongres à Hozémont et de St-Trond à Waleffe permettant de le supposer. La déchirure, au contact du calcaire carbonifère et du houiller superposé, donna lieu à la faille de Hozémont. Plus tard et probablement à l'époque du grand soulèvement du Brabant, le terrain silurien émergea à son tour, en masse, au-dessus de son niveau primordial et provoqua, au contact du calcaire dévonien, du calcaire carbonifère et du houiller, l'origine de la faille silurienne.

Après les phénomènes de formation géologique prérap-

pelés, la digue du silurien, élevée au-dessus du niveau général de la contrée, a fait partiellement barrage au dépôt uniforme sédimentaire de la mer crétacée. De là vient, peut-être, que certaines assises, la smectique et la craie d'Heure-le-Romain se trouvent déposées à l'Est et ne se rencontrent pas à l'Ouest de cette dernière localité.

La mer crétacée, continuant à s'élever, s'est répandue sur la Hesbaye, recouvrant en partie le silurien et le carbonifère. Elle a creusé son lit profondément dans les assises primordiales, suivant une direction est-ouest de la carte ci-jointe. La coupe de Villers St-Siméon à Boirs et à Mheer en fournit une trace indélébile, que l'on retrouve à l'Ouest dans le fond du bassin entre, Rumsdorp et Wamont.

La concordance, que j'ai signalée plus haut, d'une dépression uniforme suivant les lignes de Tongres à Boirs et de Rumsdorp à Wamont tend à décrire le passage de la mer crétacée dans la zone envisagée.

Comme conclusion géogénique générale, je suis donc amené à dire que les soulèvements précités ont modifié considérablement le facies géologique primordial de la région présentement étudiée, en laissant à la surface, de Huccorgne à Hozémont et au delà, un hiatus par la suppression du bord septentrional du calcaire carbonifère dont le bord méridional s'observe à la lisière connue du système houiller.

ÉTUDE

SUR LES DÉPOTS GYPSEUX ET GYPSO-SALIFÉRIENS

PAR

Alph. BRIART, INGÉNIEUR.

INTRODUCTION.

J'ai eu l'occasion, à deux reprises différentes, de parcourir la péninsule Ibérique en divers sens et dans toute son étendue. J'y avais d'abord fait quelques observations, mais d'une façon trop rapide pour qu'elles pussent avoir un intérêt géologique de quelque valeur. Dans ces derniers temps, plusieurs excursions spéciales faites dans le bassin de l'Ebre, aux environs de Saragosse, m'ont permis d'étudier, d'une façon assez complète, les couches moyennes ou gypseuses de la formation miocène. J'y ai fait des observations que je crois suffisamment intéressantes au point de vue scientifique pour pouvoir être publiées. Bien des faits ont d'autant plus attiré mon attention que j'y étais plus étranger : la géologie de l'Espagne ne ressemble, en effet, que de loin à la géologie de nos pays du Nord.

Je crois donc devoir donner une description de ce que j'ai vu, ou du moins, de tout ce qui a le plus particulièrement attiré mon attention ; et comme mes conclusions, au point de vue géogénique, n'ont pas toujours été les mêmes que celles de mes devanciers, j'ai été entraîné à discuter celles-ci beaucoup plus longuement que je n'aurais pu le prévoir.

Il y a plus : la roche principale et caractéristique du miocène du bassin de l'Ebre étant le gypse, j'ai été amené à en rechercher l'origine, stimulé surtout par cette circonstance que l'on persistait à faire des dépôts

gypseux de l'Ebre une formation lacustre, ce qui me paraissait être en contradiction avec la présence, au milieu de la masse, de gisements de sel gemme.

Enfin, j'ai considéré la question à un point de vue tout à fait général, examinant les théories émises jusqu'à présent sur la formation des terrains simplement gypseux, comme j'ai examiné celles qui ont été émises sur la formation des terrains gypso-salifériens.

Peut-être reconnaîtra-t-on que la discussion à laquelle je me suis livré, n'est pas la partie la moins intéressante de ces études. Il en est résulté que ce travail, qui ne devait être qu'une description locale de quelques faits intéressants, est devenu une *Etude générale sur les dépôts gypseux et gypso-salifériens*, ayant trait, par conséquent, aux dépôts analogues de tous les pays et de toutes les époques géologiques; et je suis arrivé à cette conclusion qu'il n'y a aucun motif pour ne pas leur reconnaître à tous la même origine, le même mode de formation.

Me plaçant à ce point de vue général, j'ai comparé les principales circonstances de gisement des trois bassins qui me paraissent représenter les trois phases ou degrés successifs de la formation de ces intéressants dépôts : celui de *Stassfurt*, connu par les sels solubles et déliquescents si variés qu'il renferme, outre le sel gemme et le gypse qui en est toujours le substratum; celui de l'*Ebre* où la formation s'est arrêtée au sel gemme, et celui de *Paris*, qui n'a pas même été jusque-là et n'a pas dépassé le gypse. Et comme les théories que j'applique à tous ces dépôts s'appuient sur l'étude du gisement de Stassfurt, où elles sont d'une évidence incontestable, c'est par la description de ce bassin que je commencerai, en la faisant précéder de considérations générales qui ne sont, en quelque sorte, que l'exposé de la question.

Août 1888.

I

Considérations générales sur les formations salifériennes. Bassin de Stassfurt.

Partout où le sel gemme se rencontre dans les terrains stratifiés, le gypse se rencontre également. Ce fait a frappé les plus anciens observateurs. La réciproque ne s'observe pas d'une façon aussi constante : l'on connaît d'assez nombreux dépôts gypseux et des plus importants, qui ne sont pas accompagnés de sel gemme.

Depuis les dépôts salifères de la fin de la période primaire, les plus anciens que l'on connaisse d'une façon bien certaine et dans lesquels sont compris les célèbres gisements de Stassfurt, jusqu'aux plus récents, qui sont d'âge pliocène et parmi lesquels on compte les gisements non moins célèbres de Wieliezka, toujours nous voyons le gypse et quelquefois l'anhydrite subordonnés au sel gemme. Il en est partout ainsi, que ces dépôts appartiennent aux différents étages du trias, du jurassique, du crétacé ou du tertiaire. Je pourrais même aller plus loin et affirmer que les dépôts de l'époque contemporaine, actuellement en voie de formation, sont dans le même cas.

Il semblerait que l'on dût être amené à reconnaître, à deux roches aussi intimement unies dans leurs dépôts de tous les âges, une origine commune, un mode de formation analogue. Il est loin d'en être ainsi ; au lieu d'y

voir les résultats de sédimentations successives dans le même élément véhiculaire, on leur assigne, dans certains cas, des origines toutes différentes. On doit forcément reconnaître, dans le sel gemme, un dépôt d'eau salée, marine ou lacustre, tandis que l'on ne voit le plus souvent, dans le gypse, qu'un dépôt d'eau douce, même quand ce gypse est accompagné de sel gemme.

C'est la question paléontologique qui intervient ici et que nous allons d'abord exposer.

Le gypse et le sel gemme se trouvent rarement en bancs directement superposés ou formant des masses de grande puissance. On les rencontre le plus souvent subdivisés par des bancs de marnes intercalées, rarement fossilifères, mais renfermant cependant parfois des coquilles d'eau douce ou des empreintes végétales, tellement que l'on ne peut refuser à ces assises une origine d'eau douce. De tels vestiges ne se voient qu'excessivement rarement dans le gypse lui-même, et l'on verra, quand nous citerons ces cas exceptionnels à propos du bassin de Paris ([1]), combien peu d'importance ils doivent avoir au point de vue qui nous occupe.

On a fait surtout intervenir la grande quantité d'ossements de vertébrés terrestres et d'eau douce qui se rencontrent, soit dans le gypse lui-même, soit dans les marnes intercalaires, et de l'origine incontestablement lacustre de certaines marnes, que ces faits semblaient du reste corroborer, on a conclu à l'origine lacustre du gypse lui-même.

Mais on n'a pu aller plus loin, et l'origine du sel gemme, dont le gypse est le compagnon assidu, a dû nécessairement être cherchée ailleurs.

([1]) Il semblerait que ces couches à fossiles d'eau douce ont été découvertes, dans le bassin de Paris, avant les couches à fossiles marins, plus nombreuses cependant et tout à fait dans les mêmes conditions de gisement.

Dans les cas embarrassants, on a le plus souvent recours à l'intérieur de la terre, aux actions éruptives et geysériennes. On n'y a pas manqué cette fois encore; des vues plus ou moins ingénieuses ont été émises dans ce sens, mais elles supportent difficilement l'examen. Il est impossible d'expliquer par là la très grande majorité des cas, et l'on a dû recourir à autre chose.

Plusieurs théories ont été proposées; nous allons les passer en revue, en faisant remarquer de nouveau que le gypse étant intimement lié au sel gemme, c'est la provenance de ce dernier que nous devons établir tout d'abord; elle nous aidera à trouver celle de l'autre.

On est parti de ce principe que le sel gemme ne peut provenir que de dépôts au sein d'eaux-mères ayant atteint ou même dépassé leur point de saturation. Le problème consiste à rechercher d'où ont pu provenir ces eaux et par quel concours de circonstances leur concentration a été amenée. Suivant la théorie des *causes actuelles*, on s'est demandé si la nature actuelle ne pouvait pas nous mettre sur la voie. Or, depuis les temps les plus reculés, on sait que le sel, à l'état de dissolution, se trouve dans les eaux d'un grand nombre de sources et de lacs salés, et surtout dans le réservoir incomparablement plus considérable de l'immense océan, et l'on a reconnu que dans certaines circonstances favorables, les sources salées, les lacs salés et l'océan lui-même peuvent donner lieu à des dépôts de sel.

Des sources salées surgissent dans tous les pays du monde. Il serait inutile d'en faire ici une énumération qui, dans tous les cas, serait fort incomplète. Mais les quantités de sel qu'elles amènent au jour chaque année sont réellement considérables. Quand ces sources ont un écoulement libre, elles se rendent par les fleuves à l'océan, et les sels qu'elles lui apportent viennent accroître, sans

en modifier sensiblement la proportion, l'immense quantité qui y est contenue. Mais si elles rencontrent une dépression fermée, elles y forment un lac salé [1] dont les eaux s'accroîtraient indéfiniment si l'évaporation atmosphérique ne venait rétablir l'équilibre. A un niveau donné et parfaitement défini, les eaux du lac resteraient stationnaires si l'accroissement du degré de salinité ne modifiait pas, à la longue, les conditions, et l'évaporation lui enlèverait précisément une quantité d'eau égale à celle que lui amènent les rivières et les pluies. Mais le sel, lui, ne s'évapore pas et ne fait que s'accumuler: la concentration s'opère graduellement et, quand le point de saturation est obtenu, la précipitation commence, des cristaux se déposent sur le fond et une couche de sel gemme est en voie de formation.

Il est incontestable que des dépôts anciens ont pu provenir d'un semblable phénomène, puisque l'on en cite des cas assez nombreux dans la nature actuelle.

Cependant, les sources salées anciennes ou récentes ne peuvent provenir que de dépôts de sel gemme précédemment formés, et l'explication ne fait, en somme, que reculer la solution de la question. Cela ne nous donne pas la cause première. Si nous voulons la chercher, nous ne pouvons la trouver que dans les eaux de l'océan. C'est, en dernière analyse, le grand réceptacle d'où sont sortis tous nos dépôts saliférien s.

Or, quelle que soit l'énorme quantité de sel gemme des dépôts actuellement connus ou dont nous pouvons

[1] La plupart des lacs sans écoulement contiennent des eaux plus ou moins chargées de sels, et s'il existe des lacs d'eau douce fermés, cela semble indiquer qu'ils avaient un écoulement qui a cessé à une époque récente ou qui reste caché. Quant aux lacs et aux mers qui se trouvent en dessous du niveau de l'océan, ils ont, par cela même, tout écoulement supprimé et sont toujours chargés de sels.

espérer la découverte, cette quantité, ajoutée en dissolution aux eaux de l'océan, n'en modifierait que très peu la salure et ne les rapprocherait pas beaucoup de leur point de saturation. Les mers anciennes, pas plus que les mers actuelles, n'ont donc jamais pu donner lieu à des dépôts de sel marin, en tant que mers ouvertes, communiquant librement entre elles [1]. Il en est tout autrement si l'on admet une partie de l'océan amené à l'état de mer fermée par suite d'un accident géologique quelconque, du relèvement d'un détroit ou d'une contrée, de la formation d'une chaîne de montagnes ou d'un cordon littoral, etc. Dans ce cas, des faits analogues à ceux que nous venons de signaler pour les sources salées peuvent évidemment se produire. Si les eaux des fleuves qui se rendent dans cette mer fermée sont inférieures, en quantité, à celles que lui enlève l'évaporation, la concentration commence immédiatement après la fermeture de cette mer et aussitôt que le point de saturation est atteint, la précipitation se fait.

Il est certain que beaucoup d'anciens dépôts de sel gemme sont dus à cette cause et l'on est même amené à y voir l'origine des plus nombreux et des plus puissants d'entre eux. Mais on a fait quelques objections qu'il est utile d'examiner.

C'est, d'abord, l'énorme profondeur qu'auraient dû avoir les anciennes mers détachées ainsi de l'océan, pour donner lieu à des masses aussi considérables de sel.

[1] Il est, en effet, tout à fait impossible d'admettre la théorie suivante émise par M. Vézian : *Des* SOURCES SATURÉES *de chlorure de sodium et surgissant sur des points où l'océan offre une grande profondeur, lui ont donné origine (au sel gemme). Une partie du sel amené par ces sources s'est répandue et dissoute dans les eaux environnantes ; l'autre s'est accumulée en amas plus ou moins importants, parce que, à une grande profondeur, les eaux sont complètement tranquilles ; l'absence d'agitation, dans un liquide quelconque, diminue ou ralentit son action dissolvante.* (Géologie, I, p. 456.)

En effet, étant donné qu'un mètre de hauteur d'eau de mer peut donner lieu, par évaporation, à 1 1/2 centimètre de dépôt de sel, une couche de 6 à 7 mètres de puissance comme celle de Remolinos, que nous décrivons plus loin, aurait exigé, a-t-on dit, plus de 450 mètres de hauteur d'eau, ce qui n'est guère supposable, étant donnée la structure géologique de la contrée. L'épaisseur actuellement connue des sels solubles de Stassfurt (196^{m}) aurait demandé plus de 13,000 mètres de hauteur d'eau, ce à quoi n'atteignent pas les océans actuels dans leurs plus grandes profondeurs. Quant à la couche de sel traversée au sondage du Sperenberg (1) et qui est de 1,150 mètres, elle aurait exigé une hauteur d'eau de plus de 75,000 mètres, ce qui est absolument inadmissible.

Telle est l'objection principale. Il est à remarquer qu'elle a été forcée outre mesure ; il est bon de la rétablir dans de justes limites.

Une mer qui se dessèche ne commence à déposer le sel que quand le point de saturation est atteint, c'est-à-dire quand l'évaporation lui a fait perdre les huit à neuf dixièmes de son volume normal (2). Dans ces conditions, elle a depuis bien longtemps abandonné ses anciens rivages, et elle n'occupe plus guère que le dixième de sa surface primitive. Or, c'est sur ce dixième de superficie seulement que le dépôt doit se réunir, et les hauteurs des mers anciennes citées plus haut, réduites d'après cette donnée, n'ont plus rien d'anormal. C'est ainsi que l'épaisseur des sels de Stassfurt n'exigerait guère que le

(1) On suppose que le dépôt salin du Sperenberg dont la base, pensons-nous, n'a pas été reconnue, est la continuation de celui de Stassfurt.

(2) Dans les marais salants, le commencement de la précipitation a lieu quand la densité de l'eau atteint 22°B à 24°B ; mais la grande précipitation se fait à 26°B, c'est-à-dire quand l'eau est réduite au dixième de son volume primitif.

dixième de hauteur d'eau trouvée plus haut, c'est-à-dire 1.300 mètres au lieu de 13.000, et que la couche de sel du puits foré de Sperenberg n'aurait exigé que 7.500 mètres au lieu de 75.000.

Cette hauteur est encore très considérable et l'on a peine à se figurer une mer intérieure accidentellement détachée de l'Océan, ayant une profondeur qui atteindrait presque le double des plus hauts sommets de l'Europe. Les bassins salifériens sont généralement assez restreints, et il n'y a que les mers d'une grande étendue qui nous présentent de telles profondeurs.

Une considération de grande importance vient, du reste, s'ajouter à celle-là. Ces mers fermées recevaient des cours d'eau, des fleuves dont les eaux douces venaient contrebalancer les phénomènes d'évaporation. A un moment donné les deux actions amenaient un état d'équilibre dont le résultat final était de soustraire une notable partie du chlorure de sodium à la précipitation. Il en résulte que les chiffres de profondeur des mers donnés en premier lieu et qui ont été réduits par les considérations que nous venons de faire valoir, l'ont probablement été beaucoup trop, mais d'une quantité qui échappe complètement à notre appréciation.

Enfin, un fait de plus grande importance encore, c'est que les masses de sel gemme ne sont jamais pures : il s'y intercale toujours des lits plus ou moins épais de matières terreuses, entre autres de gypse, et cela indépendamment des assises parfois très puissantes de la même substance, base obligée de tout dépôt de sel gemme, et d'autres qui, souvent, lui sont superposées.

Pour apprécier la valeur de cette considération, nous sommes amenés à nous occuper du gypse et de son mode de formation, qui doit avoir tant de points de

contact avec celui du sel gemme lui-même. Quelle peut donc être l'origine du gypse ? Quel rôle joue-t-il dans les roches sédimentaires ?

Il peut y avoir certainement des sources séléniteuses donnant lieu à des dépôts plus ou moins considérables de sulfate de chaux, comme il y a des sources salées. On y a eu recours pour expliquer certaines formations gypseuses sur lesquelles nous reviendrons plus loin. On a produit aussi diverses hypothèses épigéniques, faisant dériver le gypse de la transformation des calcaires sous l'influence d'eaux chargées d'acide sulfurique ; mais ceci s'applique plus particulièrement à certains cas spéciaux et ne peut devenir la base d'une théorie générale. Nous en reparlerons également plus loin. Enfin, on s'est décidé à interroger la nature actuelle, et, en présence de ce qui se passe dans les marais salants, on abandonna bien vite ces idées pour adopter la théorie réellement rationnelle que le gypse, comme le sel qui l'accompagne souvent, provient de l'océan et qu'il est inutile d'en chercher l'origine ailleurs. Dans les marais salants, le gypse que contient en dissolution l'eau qui y est amenée de la mer, est presque complètement précipité avant que ne commence le dépôt réel du sel. Quand l'eau a atteint la densité de 25°B, tout le gypse a disparu de l'eau-mère, et ce n'est qu'au delà de cette limite que la précipitation du chlorure de sodium se produit d'une manière bien marquée. Si cette eau-mère était conservée dans le même bassin, on y observerait, après évaporation complète, d'abord un dépôt de gypse, puis un dépôt de sel marin, et enfin un dépôt de sels divers plus solubles encore que le chlorure de sodium et résistant plus longtemps que lui à la précipitation. Ces dépôts s'y trouveraient dans les rapports suivants : 0,143 : 2,70 : 0,662 qui sont précisément ceux dans lesquels ils se ren-

contrent dans 100 parties d'eau de l'océan [1]. On sait que l'on ne procède jamais de cette façon, que les eaux-mères sont envoyées dans d'autres bassins après le dépôt du gypse, et qu'on a soin d'opérer la décantation définitive avant que ne commence le dépôt des derniers sels dont je viens de parler ; quand on veut les recueillir, on a recours à d'autres bassins d'évaporation.

Ce qui se passe dans les marais salants a dû se passer lors de la formation des dépôts de sel gemme. La nature a agi dans un cas comme dans l'autre, quand les mêmes éléments se sont trouvés en présence dans les mêmes conditions, c'est-à-dire toutes les fois que s'est formé un bassin d'évaporation naturel aux dépens des lits de l'océan ou des lacs de composition analogue. Aussi, la formation gypseuse précède-t-elle toujours la formation saline, et les nombreux points de contact signalés entre les dépôts de sel et les dépôts de gypse, se trouvent tout naturellement expliqués.

Mais presque dans tous les cas, si pas dans tous, au lieu de trouver le gypse dans la proportion indiquée plus haut, on le trouve en proportion beaucoup plus considérable. De plus, le gypse semble ne pas s'être précipité entièrement avant la précipitation du sel gemme. Nous l'avons déjà dit, des lits de gypse, parfois très puissants, viennent s'intercaler entre les assises de

[1] Voici la composition des eaux de l'océan :

Eau	96,470
$NaCl$	2,700
$MgCl$	0,360
KCl	0,070
$MgBr$	0,002
$CaO, SO^3 + 2HO$	0,140
MgO, SO^3	0,230
CaO, CO^2	0,003
	99,975

sel, tellement que l'on a cru parfois y reconnaître le résultat d'un phénomène périodique. Il semble donc qu'il y ait eu excès de gypse [1], et comme on ne peut admettre que les eaux de l'océan aient vu varier leur composition chimique dans une proportion aussi considérable, ce dont on trouverait des preuves dans les dépôts sédimentaires qui ont suivi, on est réduit à chercher ailleurs l'explication du fait.

On peut dire, il est vrai, que les lits gypseux intercalés dans le sel pourraient bien ne pas provenir de la précipitation directe, mais être le résultat d'une sédimentation ordinaire, c'est-à-dire être amenés, en même temps que les autres matières terreuses, par les cours d'eau et le ruissellement qui a lieu aux temps des pluies sur la surface abandonnée par la mer et où le gypse a dû se déposer d'abord. Mais il y a une limite qui ne peut être dépassée et qui est la proportion relative des deux sels contenus dans l'eau des mers ; elle devrait se retrouver dans les dépôts gypso-saliférien, d'après l'hypothèse du dessèchement des mers fermées. Or, nous savons que 100 parties d'eau de l'océan ne contiennent que 0.14 de gypse, tandis que le sel y entre pour 2.70. Il serait aisé de refaire pour le gypse, les calculs relatifs aux hauteurs d'eau qui eussent été nécessaires à la formation des terrains gypseux accompagnant le sel gemme ; mais ces deux chiffres rendent ces calculs parfaitement inutiles et démontrent clairement que, dans la plupart des cas, on doit recourir à une autre hypothèse que celle du dessèchement pur et simple de mers intérieures.

La question semble se réduire à celle-ci : d'où peut

[1] Le bassin de Stassfurt, qui a vu la précipitation la plus complète connue jusqu'à présent, devrait faire exception. Il n'en est rien, comme nous le verrons plus loin.

provenir l'excès de gypse signalé dans les dépôts gypso-saliférien s ?

Une théorie nouvelle, née de ces difficultés mêmes, rend parfaitement compte de cet excès de gypse en même temps qu'elle explique certaines particularités de gisement qu'affectent, d'habitude, les dépôts salins et gypseux. Elle est le résultat de l'observation de phénomènes très intéressants qui se passent encore actuellement, sous nos yeux, sur un grand nombre de points du globe, entre autres sur les rivages de la mer Caspienne.

La théorie des mers fermées semblerait devoir recevoir une consécration remarquable dans l'immense bassin de cette mer intérieure, qui a vu se fermer ses communications avec l'océan à une époque géologique qui n'est pas très éloignée de l'époque actuelle. Quelles étaient ces communications? La chose importe peu, puisque tant de preuves subsistent qui rendent incontestable son ancien état.

Cet immense bassin a donc été d'abord une mer fermée où, grâce à sa position au milieu d'une région continentale fortement échauffée par les rayons solaires, et malgré l'énorme quantité d'eau qu'y amènent le Volga, l'Oural, l'Amou-Daria, le Syr-Daria, etc., le dessèchement s'est opéré, la concentration s'est produite, des lacs salés se sont formés, beaucoup même ont disparu complètement et sont devenus des steppes ou des déserts salés entièrement arides, et qui ne voient revenir les eaux qu'à l'époque des pluies. Ces eaux y produisent des ruisseaux et des rivières qui se rendent, avec tous les sels qu'elles redissolvent sans cesse et d'année en année, dans les deux principaux lacs ou mers intérieures, seuls vestiges importants de l'ancienne grande mer, et qui sont la mer Caspienne et le lac d'Aral.

Il semblerait, d'après cela, que la salure de ces deux grandes nappes d'eau doit à son tour aller toujours en augmentant d'année en année et nous devrions, depuis longtemps, assister à la formation de deux vastes dépôts de sel gemme. C'est ce qui s'est produit, en effet, pour le lac d'Aral où le dépôt du sel a commencé, mais on constate, avec étonnement, un effet tout à fait opposé dans la mer Caspienne. Bien loin d'y avoir une augmentation de salure, c'est le contraire qui s'y passe. Dans la partie Nord surtout, où sont situées les embouchures de l'Oural et du Volga et que les limons de ces fleuves finiront par combler, c'est presque de l'eau douce, et dans certaines localités on l'emploie comme eau potable, sans inconvénient; dans la partie méridionale, de beaucoup la plus profonde et la plus concentrée, la salure est cependant encore trois fois moins forte que celle de l'océan.

D'où vient cette contradiction, et pourquoi la théorie de la concentration, qui se voit confirmée partout ailleurs, semble-t-elle ici mise en défaut? C'est à cette question qu'ont répondu les beaux et consciencieux travaux de M. de Baer (1) sur le bassin de la mer Caspienne. Ils nous ont appris, non seulement pourquoi la salure de cette mer n'a pas augmenté comme celle du lac d'Aral, de la Mer morte et de tant d'autres qui paraissent se trouver dans les mêmes conditions, mais pourquoi cette salure a diminué et comment elle finira par disparaître entièrement. C'est M. Elisée Reclus qui a fait connaître, en France, les belles observations de M. de Baer (2). M. Fuchs (3) en a

(1) *Caspische Studien.* Saint-Pétersbourg, 1854-1860.

(2) *La terre, les Continents*, I. La quatrième édition est de 1877.

(3) *Mémoire sur le gisement de chlorure de potassium de Stassfurt-Anhalt.*, 1865. On peut consuler également le Mémoire de M. le Docteur Reichart, ainsi que le travail de M. A. de Selle : *La saline de Stassfurt,* publié dans la *Revue universelle des mines, de la métallurgie, etc.*, Liége, 1865.

donné un résumé, ainsi qu'un aperçu de la nouvelle théorie des bassins saliféríens que M. Bischof, conseiller des mines à Stassfurt, a su en tirer. Elle est surtout applicable au dépôt de Stassfurt, dont certaines particularités importantes lui paraissaient imparfaitement expliquées par les théories antérieurement produites.

Il se forme, sur presque tout le pourtour de la mer Caspienne, des bancs de sable ou cordons littoraux de peu de largeur, mais s'étendant parfois très loin parallèlement à la côte. Réunis à celle-ci de distance en distance par des avancées de sable formant des espèces d'isthmes, ils dessinent des lagunes ou petites mers intérieures communiquant avec la grande mer par quelques ouvertures ou détroits, dont l'envasement fait diminuer le nombre et la profondeur avec le temps. Quand ces lagunes ne reçoivent aucun affluent d'eau douce, l'évaporation très active de ces parages qu'avoisine le désert brûlant, ferait constamment baisser leur niveau si l'eau de la grande mer n'y affluait sans cesse pour rétablir l'équilibre. Or, cette eau étant salée, il en résulte de véritables magasins de sel incessamment enrichis.

Le point de saturation a depuis longtemps été atteint dans quelques-uns de ces bassins, et l'on peut observer dans les autres, les eaux salées à tous les degrés de concentration. Si, par une cause quelconque, le détroit qui fait communiquer la lagune avec la grande mer, vient à être obstrué, le dessèchement commence, et il n'y reste, au bout d'un certain temps, que des couches de sel plus ou moins épaisses, que recouvrent bientôt les sables du désert amenés par les vents. Voilà donc la nature prise sur le fait et s'essayant à la formation de dépôts saliféríens par un procédé tout autre que ceux que nous avons fait connaître. Ne retrouve-t-on pas ici la forme des

dépôts lenticulaires et successifs suivant un certain alignement, tels qu'ont été décrits la plupart de ceux des périodes géologiques ? (1)

Il existe, à la partie orientale de la mer Caspienne, en face de la presqu'île de Bakou, si célèbre par ses gisements de pétrole, une de ces lagunes, mais beaucoup plus vaste que les autres. C'est la baie de *Karaboghaz* ou *gouffre noir,* où se forme actuellement un dépôt beaucoup plus étendu que les autres mais qui n'affecte pas comme eux la forme allongée. C'est un des derniers vestiges de la communication ancienne de la mer Caspienne avec le lac d'Aral. Ce vaste golfe communique avec la mer par un canal large au plus de 150^{m} et dont le seuil ne laisse qu'une profondeur d'eau de 2^{m} à peine. Il est entouré d'anciens fonds de mer depuis longtemps métamorphosés en déserts salés, où la chaleur de l'été est intense et sur lesquels, à la saison des pluies, s'exercent les effets d'un ruissellement étendu qui, ne lui amenant que de l'eau salée, ne peut qu'accentuer l'immense concentration qui s'y produit. D'un autre côté, un courant s'y porte toujours à travers le détroit avec une vitesse moyenne de plus de 4 $^{1}/_{2}$ kilomètres à l'heure.

Les navigateurs de la mer Caspienne et les Turkmènes nomades qui errent sur ses bords (2), sont frappés de la marche inflexible, inexorable de ce fleuve d'eau salée roulant vers un golfe où, récemment encore, n'avaient jamais osé se hasarder les embarcations. La vie a depuis longtemps disparu de ses eaux, la végétation s'est même écartée de ses rives. Des couches de sel commencent à se déposer sur la vase du fond, et la sonde,

(1) « Le sel de la Lorraine, dit M. de Lapparent (*Géol.* 1883, p. 802), correspond au Keuper gypsifère et forme au milieu des marnes, des couches lenticulaires allongées. »

(2) Elisée Reclus. *La Terre,* p. 551.

à peine retirée de l'eau, se recouvre de cristaux. M. de Baer a calculé que le *Karaboghaz* reçoit chaque jour l'immense quantité de 350,000 [1] tonnes de sel.

On est en droit de se demander pourquoi un semblable phénomène ne se produit pas dans d'autres mers intérieures communiquant avec l'océan par des détroits où de semblables courants sont constatés. La mer Rouge semble être dans ce cas. Elle occupe la partie la plus chaude du globe ; les pluies y sont très rares et les affluents d'eau douce insignifiants. L'évaporation y est excessivement intense, et si elle ne recevait, par le détroit de Bab-el-Mandeb, une quantité d'eau suffisante pour compenser ses pertes, son niveau baisserait de plus en plus, sa surface irait toujours en se rétrécissant, et nous pourrions constater la formation d'un bassin de sel gemme bien autrement grand que le Karaboghaz. Il n'en est rien cependant, et bien que la salure de la mer Rouge soit plus prononcée que celle de toute autre mer ouverte, la vie organique n'y est pas devenue impossible ; elle y est, au contraire, excessivement active. Il y a une cause à l'état stationnaire de la mer Rouge, et cette cause, c'est que le courant qui lui amène, par le détroit de Bab-el-Mandeb, l'eau salée de l'océan Indien, n'est que superficiel; il y a un contre-courant sous-marin qui déverse, au contraire, dans l'océan Indien, l'eau de la mer Rouge en voie de concentration et qui, plus dense, occupe le fond. Ce courant inférieur est évidemment beaucoup moins important, en volume, que le courant superficiel, mais ses eaux sont beaucoup plus salées.

[1] En supposant à cette baie une superficie de 22500 kilomètres carrés et une profondeur moyenne de 50 mètres, on arrive à calculer qu'il se passera plus de 41500 années avant qu'elle ne soit complètement remplie par un bloc immense de sel gemme. Mais ce laps de temps sera de beaucoup dépassé, la salure de la mer Caspienne et, par conséquent, des eaux qui lui arrivent, diminuant sans cesse par suite des phénomènes que nous décrivons.

Or, un courant inférieur demande, pour s'établir, une certaine profondeur d'eau. Le détroit de Bab-el-Mandeb est suffisamment profond pour cela ; mais s'il n'avait que quelques mètres, comme celui du Karaboghaz, le courant superficiel seul existerait. Il suffirait donc d'un relèvement de ce détroit pour qu'il puisse s'opérer dans la mer Rouge, une concentration d'autant plus active que l'évaporation atmosphérique y est plus intense, et l'on verrait, à la suite des temps, la vie disparaître de ses eaux, la saturation se produire, et un dépôt de sel gemme se former, bien plus considérable que ceux que nous ont laissés les époques géologiques [1].

Les phénomènes actuels sont donc suffisants pour rendre compte de la formation de tous nos dépôts salifériens, quelle que soit leur importance. Les trois modes de formation que nous venons de passer en revue, *lacs salés*, *mers fermées* et *lagunes*, suffisent pour cela, et le dernier peut satisfaire à toutes les exigences. Ce n'est plus un bassin maritime qui s'évapore purement et simplement, mais un bras de mer dont l'eau peut se renouveler sans interruption et indéfiniment, à mesure que l'évaporation se produit. Il est donc inutile de recourir à d'autres causes dont les phénomènes actuels ne nous permettent pas de constater l'efficacité.

[1] J'apprends, pendant l'impression du présent travail, que des observations plus récentes que celles de M. de Baer, ont fait reconnaître un contre-courant du Karaboghaz vers la Mer Caspienne. Ce fait n'est pas en contradiction avec la théorie. Ce contre-courant doit être très faible et est loin, dans tous les cas, de reporter à la Mer Caspienne une quantité de sels équivalente à celle qui lui est enlevée. Pour qu'il en soit autrement, il faudrait que la salure de cette mer éprouve une diminution considérable, ce que son volume d'eau, relativement aux volumes d'eau des lagunes alimentées par elle, ne permet de prévoir que dans un avenir excessivement éloigné.

Rien ne prouve, du reste, qu'il n'en soit pas de même de la Mer Rouge : elle pourrait bien recevoir de l'Océan Indien plus de sel qu'elle ne lui en renvoie, auquel cas sa salure ne resterait pas stationnaire comme on le croit.

Cependant la grande puissance du dépôt de Stassfurt, probablement en communication avec celui de Sperenberg, a effrayé certains auteurs qui ont cru devoir lui chercher une autre cause, que je vois résumée dans ces simples mots de M. de Lapparent : “ Il semble plus probable de lui attribuer une origine interne [1]. „ Si le savant professeur a entendu recourir à des sources salées, ce qui rentrerait dans le premier mode de formation que nous avons exposé, on peut se demander quelle est la nécessité de cette intervention, et quelles sources salées pourraient tenir lieu, par exemple, du grand courant qui, de la mer Caspienne, alimente le Karaboghaz? S'il a voulu faire intervenir les actions éruptives, d'après les idées émises précédemment par Elie de Beaumont, on peut lui objecter que, si les produits des éjaculations volcaniques renferment du chlorure de sodium, et si certaines sources salées se remarquent aux environs des volcans, c'est que, comme la chose est généralement admise, les eaux de l'océan interviennent puissamment, au moins comme cause auxiliaire, dans les phénomènes volcaniques. Il n'y aurait rien d'impossible, du reste, à ce que des soupiraux de volcans traversassent des dépôts de sel. Remarquons cependant qu'on ne connaît aucune trace de semblables dépôts dans les formations géologiques européennes antérieures au dépôt de Stassfurt, c'est-à-dire dans toute la période primaire [2].

[1] *Géologie*, 1883, p. 770.

[2] Il aurait certainement pu en exister mais que des actions dissolvantes auraient fait disparaître depuis. Remarquons que ceci est une hypothèse sur laquelle se grefferait une seconde hypothèse pour baser une théorie. Il est probable, au contraire, que nos terrains primaires n'ont jamais offert d'exemples de dépôts littoraux ayant pu présenter des circonstances favorables à la formation de lagunes, sauf peut-être les terrains houillers. A ce propos nous rappellerons ici la présence d'eaux salées tant de fois signalée dans les bassins houillers belges et surtout dans ceux de la Westphalie.

L'idée d'Elie de Beaumont avait été amenée par cette considération, que les eaux marines tiennent en dissolution certains sels qui ne se retrouvent pas dans tous les dépôts saliériens connus de son temps, entre autres dans ceux de la Lorraine. Tels sont le chlorure de magnésium, les bromures, les iodures, etc.

Il est curieux de constater que l'intervention des phénomènes éruptifs a été réclamée depuis pour des motifs entièrement différents, pour ne pas dire opposés, c'est-à-dire parce que dans quelques dépôts saliériens, on rencontrait certains corps que l'on ne pouvait pas supposer provenir d'une précipitation aqueuse. Tant il est vrai qu'en géologie, on ne peut être arrêté par une difficulté quelconque sans recourir à ce *Deus ex machina* qui est l'intérieur de la terre. L'objection d'Elie de Beaumont a été parfaitement levée depuis, comme nous allons le voir.

Le gîte de Stassfurt-Anhalt est non seulement le plus puissant que l'on connaisse, mais le plus complet en ce sens que l'on y rencontre, subordonnés au sel gemme, une plus grande variété de sels solubles que partout ailleurs, non seulement à l'état isolé comme dans certains autres gisements où ils n'ont qu'un intérêt de curiosité minéralogique, mais en assises superposées ou *régions* bien définies, quoique passant de l'une à l'autre d'une manière insensible. C'est, par cela même, dans ce gisement que nous devons chercher les plus précieux enseignements pour expliquer ce qui se passe ailleurs dans des cas analogues.

A la mine royale ou du Domaine, à Stassfurt, le gisement proprement dit ne commence qu'à la profondeur de $260^{m}50$. D'après les renseignements que m'a procurés un ingénieur allemand qui a été attaché à cette mine, les terrains de recouvrement se composent de :

Moderne et quaternaire. — Diluvium graveleux	8^{m},50
Grès bigarrés — Bundsandstein — Argile rouge schisteuse	160^{m},00
Gypse	60^{m},50
Anhydrite.	6^{m},00
Argile salifère, salzthon	6^{m},50

Seulement les géologues allemands sont divisés sur la question géologique; les uns, comme M. Hauchecorne, rapportent les trois assises inférieures, gypse, anhydrite et argile salifère au bundsandstein, base du trias dans ces contrées; les autres, avec M. Beyrich, les subordonnent au dépôt gypso-saliférien de Stassfurt, que l'on rapporte au permien (¹). Comme on le voit, la question est importante, puisqu'il s'agit non seulement de la séparation de deux étages géologiques, mais des deux grandes séries des terrains primaires et terrains secondaires. Malheureusement, aucun fossile ne s'y montre pour résoudre la difficulté.

En dessous de ces assises se succèdent les quatre zones ou *régions* que l'on a distinguées dans le gisement proprement dit. Elles sont plus ou moins puissantes selon les endroits où elles ont été traversées. Voici ces puissances telles qu'elles m'ont été remises par le même ingénieur dont je parlais plus haut, et telles que je les trouve dans le mémoire de M. de Selle, ingénieur, répétiteur à l'Ecole centrale des arts et manufactures. Les premières sont mesurées normalement à la stratification (²). Les autres auront été prises probablement verticalement, puisqu'il s'agit de sondages.

(¹) J'ai tout lieu de croire qu'actuellement la question se présente sous cette forme simplifiée. Dans le principe, quelques géologues voulaient même que le dépôt saliférien tout entier fît partie du trias.

(²) L'inclinaison est de 30° à 35°.

	A la mine royale.	Aux travaux de sondage.
Région de la *Carnallite* . . .	22m, „	42m, „
„ „ *Kieserite*. . . .	28 ,50	56 , „
„ „ *Polyhalite* . . .	31 , „	63 , „
„ du *Sel gemme* . . .	108 , „	215 , „

La région du sel gemme n'a pas été traversée, de sorte que l'on n'en connaît pas la puissance (1), mais on présume, d'après ce qui se passe à Sperenberg, qu'elle doit être considérable (2). On présume également, d'après ce qui se passe ailleurs, que le tout est superposé à une assise de gypse.

Bien que la composition des sels de Stassfurt soit suffisamment connue, nous croyons devoir la rappeler dans un tableau réunissant les particularités chimiques les plus intéressantes, principalement au point de vue de la solubilité et de la précipitation dans les eaux-mères, d'après des expériences de laboratoire et ce qui se passe dans les marais salants.

La colonne A indique le degré de concentration de l'eau-mère amenant la précipitation et mesurée à l'aréomètre Beaumé; la colonne B, le volume réduit de cette même eau-mère, le volume normal de l'eau de l'océan étant 1000 (3).

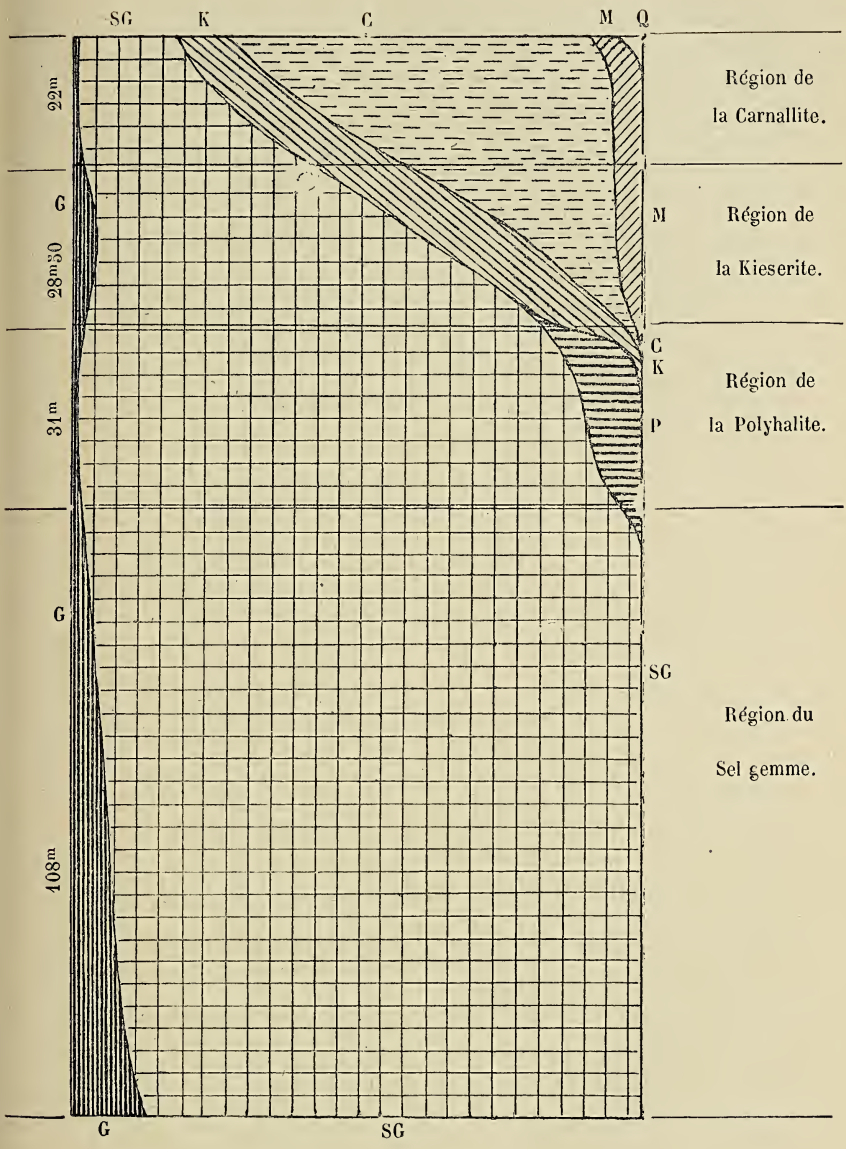
(1) D'après certaines autorités compétentes, elle pourrait bien s'enfoncer 30 mètres plus bas encore.

(2) Si toutefois c'est bien la même formation, ce que contestent quelques géologues qui prétendent que la couche de Sperenberg appartient au trias.

(3) Les précipitations aux mêmes degrés de concentration varient beaucoup, comme on sait, avec la température. Il en est de même des combinaisons et des décompositions chimiques, qui peuvent se faire et se succéder de différentes manières au sein des eaux-mères et pour la même cause.

		A	B
Carbonate de chaux	CaO,CO^2	7°	700 ?
Oxyde de fer hydraté	$Fe^2O^3 + H^2O$.	7°	700 ?
Gypse	$CaO,SO^3 + 2\,H^2O$.	15° à 25°	200 à 112
Anhydrite	CaO,SO^3.		
Sel gemme.	NaCl.	22° à 36°	138 à 16,7
Kieserite	$MgO,SO^3 + H^2O$.	28 à 36°	50 à 16,7
Polyhalite	$2\,(CaO,SO^3) + MgO,SO^3 + KO,SO^3 + 2\,H^2O$.		
Carnallite	$KCl + MgCl^2 + 6\,H^2O$.	34 à 36°	16,7
Chlorure de magnésium	$MgCl^2 + H^2O$.		
Kainite	$KO,SO^3 + MgO,SO^3 + 6\,H^2O$.	34° à 36°	16,7
Tachydrite	$CaCl^2 + 2\,MgCl^2 + 12\,H^2O$.		
Boracite	$2\,(3\,MgO,\ 4\,B^2O^3) + MgCl^2$.		
Stassfurtite	$4\,(3\,MgO.\ 4\,B^2O^3) + Fe^2O^3,\ B^2O^3 + 2\,MgCl^2$.		
Bloedite	$NaO,SO^3 + MgO,SO^3 + 4\,H^2O$.		
Glaubérite	$NaO,SO^3 + CaO,SO^3$.		
Sylvine	KCl		

Si maintenant on jette les yeux sur le diagramme de la page suivante, où j'ai représenté, en puissances et en



Q. Kainite.
K. Kieserite.
M. Chlorure de Magnésium.
P. Polyhalite.
SG. Sel gemme.
C. Carnallite.
G. Gypse et anhydrite.

quantités des principaux sels, les quatre régions salifériennes de Stassfurt-Anhalt, dans l'ordre de leurs superpositions, on remarquera immédiatement que les substances les moins solubles, le gypse et l'anhydrite, occupent surtout la partie inférieure, puis vient le sel gemme qui augmente vers le haut, mais qui, d'un autre côté, si la mine avait été enfoncée plus bas, aurait fini par disparaître pour faire place à une assise entièrement gypseuse, puis calcareuse, de sorte que la situation ne ferait que s'accentuer. Plus haut se montrent la kieserite et la polyhalite, dont la précipitation exige une concentration plus forte, et enfin arrivent la carnallite et le chlorure de magnésium, qui exigent une concentration plus forte encore. Remarquons aussi que les sels occupant la partie inférieure du tableau de la p. 87, plus rares et qui sont aussi d'une très grande solubilité, ne se montrent que dans les deux régions supérieures; la plupart ne sont même connus que vers le haut du gisement.

Le dépôt tout entier a donc été formé au sein d'eaux marines dont la concentration, s'accentuant de plus en plus, arrivait successivement aux points de saturation des différents sels. C'est ainsi que la chose se passerait dans nos marais salants si on laissait l'évaporation aller jusqu'au bout, et cela peut se répéter dans nos expériences de laboratoire. L'ordre de superposition aurait donc pu être prévu et ne pouvait être autre que ce qu'il a été.

Il est à peine nécessaire d'examiner laquelle, des trois théories géogéniques que nous avons exposées, rend le mieux compte de cette superposition de dépôts. Il ne faut pas, évidemment, penser au dessèchement d'un lac salé : le gisement est trop considérable pour cela. Est-ce une mer intérieure, accidentellement et définitivement séparée de l'océan et qui se serait aussi dessé-

chée? Nous avons déjà vu que l'importance du gisement semble aussi s'y opposer. Il y a, de plus, d'autres objections péremptoires, celle-ci entre autres : le gypse ne peut plus exister dans l'eau qui a atteint 25° B, et le sel marin est entièrement précipité quand la concentration arrive à 36° B. Or, il se trouve du gypse, de l'anhydrite et du sel marin jusqu'au sommet du gisement, c'est-à-dire qu'ils se sont déposés en même temps que des sels qui commencent seulement à se précipiter quand la précipitation du sel marin vient de finir et que celle du gypse est terminée depuis longtemps. Il faut donc qu'il y ait eu de nouveaux apports de ces trois substances, et c'est la théorie lagunaire qui intervient ici de la manière la plus satisfaisante. Je pense qu'il est inutile d'insister : de nouveaux apports ne peuvent guère provenir que de nouvelles eaux de mer arrivant constamment à mesure que s'opère l'évaporation. C'est ce qui explique on ne peut mieux le dépôt simultané de tant de substances à degrés de solubilité si divers. C'est ce qui serait arrivé au bassin saliférien de la Lorraine, où Elie de Beaumont se plaignait de ne pas retrouver tous les sels en dissolution dans les eaux de la mer, si, par une cause quelconque, le dépôt salin n'avait été interrompu prématurément. C'est ce qui arrivera au Karaboghaz, si l'orographie de la contrée reste ce qu'elle est jusqu'à concentration complète.

Cependant, on a présenté des objections qui, jusqu'à présent, n'ont pas encore reçu de solution satisfaisante. Elles sont tirées de la présence, à Stassfurt, de certains corps anhydres ou monohydratés qui ne se déposent pas en cet état dans nos marais salants et dans nos expériences de laboratoires. C'est ainsi que le sulfate de chaux s'y trouve à l'état d'anhydrite, le sulfate de magnésie à l'état de kiéserite monohydratée, etc. Malgré

les réponses que l'on y a faites, basées principalement sur la haute température à laquelle se sont effectués ces dépôts, sur le temps qui a pu agir depuis lors dans le sens de la déshydratation, et sur la présence dans le dépôt de sels très déliquescents et, par conséquent, excessivement avides d'eau, il est certain que les difficultés n'ont pas été entièrement levées. C'est ce qui a motivé une théorie nouvelle qui, en même temps qu'elle admet la précipitation successive des sels dans leur ordre de solubilité, fait de nouveau intervenir les forces éruptives de l'intérieur du globe. Cette théorie mixte a été produite par M. Fuchs. Quel que soit le talent avec lequel le savant professeur développe ses idées, nous avons peine à abandonner la théorie purement lagunaire, qui se recommande par sa simplicité même. Si elle n'est pas entièrement confirmée par les phénomènes qui se passent sous nos yeux, il ne faut nullement désespérer que l'avenir et une étude plus attentive ne viennent expliquer les divergences que nous venons de signaler.

Dans tous les cas, le bassin saliférien de Stassfurt-Anhalt est le plus complet qui existe, et c'est à lui que nous devons demander des enseignements, pour expliquer la formation de ceux qui ont vu leur développement entravé par suite de circonstances qu'il sera peut-être facile de préciser.

II.

Terrains gypso-saliférien de la vallée de l'Èbre.

Les terrains tertiaires de l'Espagne sont répartis en quatre grands bassins qui sont : le bassin du Tage, le

bassin du Douro, le bassin de l'Èbre et le bassin du Guadalquivir. Tous les quatre sont formés d'un très grand massif central auquel doivent se rapporter de nombreux lambeaux, détachés par suite de dénudations postérieures, ou dus à des formations spéciales.

Comme je l'ai dit dans mon introduction, j'ai parcouru les quatre bassins, à diverses reprises, et j'ai été frappé de la manière d'être presque uniforme des roches miocènes des trois premiers, au point de vue de la stratification. D'autres géologues en auront été frappés comme moi. Dès que l'on est sorti des régions montagneuses, dues aux soulèvements des terrains anciens et primordiaux à allures excessivement tourmentées, l'attention est surtout attirée par le contraste de l'allure régulière des couches tertiaires, allure qui se continue sur des étendues considérables et qui est parfaitement mise en vue par les ravinements très nombreux et parfois très profonds, creusés par les torrents et les rivières. Cela est d'autant plus frappant que les détails géologiques n'y sont pas, comme dans nos contrées, dissimulés par des couches quaternaires et modernes ou par une luxuriante végétation.

Mes observations dans la vallée de l'Èbre, quelque étendues qu'elles aient été, ont nécessairement dû être complétées. J'ai dû avoir recours aux nombreux travaux publiés sur la constitution du sol de l'Espagne par différents géologues, parmi lesquels je citerai :

De Verneuil et *Collomb* qui, en 1852, étudièrent une grande partie de la péninsule entre Madrid et la Méditerranée, ce qui leur donna l'occasion de publier, dans les mémoires de la Société géologique de France : *Coup d'œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l'Espagne,* et d'esquisser une première carte géologique de la contrée.

Casiano de Prado, qui étudia principalement le centre de la péninsule et publia, la même année et dans le même recueil : *Note sur la géologie de la province de Madrid.*

Don Felipe Martin Donayre, auteur de la *Carte géologique de la province de Saragosse* (1866) et d'un *Résumé d'une description physique et géologique de la même province* (1873).

J. de Botella, auteur d'une *Carte géologique d'Espagne et de Portugal* (1879).

E. Carez, qui publia, en 1883 : *Etudes sur les terrains crétacés et tertiaires du Nord de l'Espagne*, et d'autres notices sur la même contrée.

Et un grand nombre d'autres auteurs qui ont publié des articles plus ou moins intéressants dans les annales de diverses sociétés géologiques.

Je dois aussi beaucoup à mes relations personnelles avec M. *de Cortazar*, qui, par ses importantes fonctions à la commission de la carte géologique d'Espagne, est à même de rendre les plus grands services à ceux qui ont intérêt à être renseignés sur la géologie des différentes provinces de la péninsule, ce qu'il fait avec la plus grande obligeance, comme j'ai pu le constater à différentes reprises.

Le bassin tertiaire de l'Èbre affecte une forme triangulaire fort allongée; il est limité au Nord par les relèvements des Pyrénées, au Sud-Ouest par diverses chaînes de montagnes ou sierras allant des monts Cantabriques jusqu'à la Méditerranée, et au Sud-Est par d'autres chaînes parallèles à cette mer. L'Èbre traverse ces dernières et sort de cette immense enceinte par une vallée tortueuse et encaissée. Les côtés Nord et Nord-Est sont occupés par des formations éocènes adossées à des formations plus anciennes, aux redressements desquelles elles ont participé et dont nous n'avons pas à nous occuper ici.

L'Èbre traverse cet immense bassin dans toute sa longueur, depuis les monts Cantabriques, où il prend sa source, jusqu'à la Méditerranée, qui reçoit ses eaux. Il y forme un delta des débris des roches miocènes que lui et ses nombreux affluents érodent sans cesse dans leurs cours torrentueux.

D'après les géologues qui se sont occupés de cet étage, il se diviserait en deux formations bien distinctes, une formation marine, dont nous n'avons pas non plus à nous occuper, et une formation lacustre, qui est la seule que j'ai pu étudier avec quelques détails. Encore n'ai-je vu que la partie moyenne, qui m'intéressait particulièrement. Quant à la partie inférieure, composée principalement de conglomérats quelquefois d'une puissance extraordinaire [1], et à la partie supérieure, où dominent les grès et les calcaires d'eau douce, le peu de temps dont je pouvais disposer m'a forcé de les laisser complètement de côté.

La vallée de l'Èbre, dans la province de Saragosse, est creusée dans cette partie moyenne du miocène lacustre [2], composée essentiellement de marnes et de gypse, et accidentellement de sel gemme. Le fond de la vallée est comblé de dépôts quaternaires et modernes qui y forment des plaines basses à pentes douces, souvent d'une très grande étendue, mais parfois assez restreintes et enserrées entre les escarpements des deux rives. Quelques dépôts superposés, formés de cailloux roulés de roches anciennes et de graviers plus ou moins grossiers, se remarquent à d'assez grandes hauteurs sur les deux versants de la vallée, constituant probablement le diluvium ancien de la contrée.

[1] 600 à 800 mètres vers Biel (*D. M. Donayre*).

[2] Je continue à employer cette désignation de *lacustre*, bien qu'elle soit manifestement fausse, comme je le démontrerai plus loin.

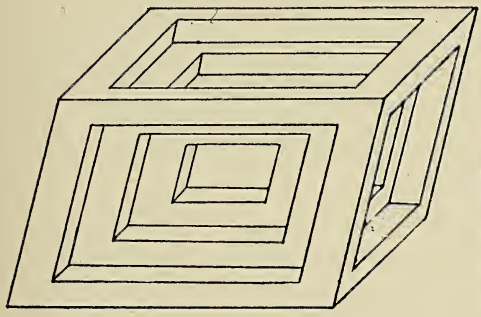
Le gypse et les marnes s'y montrent en bancs alternants d'épaisseurs excessivement variées, mais d'une régularité et d'une continuité réellement remarquables: ils sont presque horizontaux, ayant cependant et de chaque côté, une légère inclinaison vers le fleuve, accusant ainsi l'ancien thalweg du bassin où l'Èbre a été naturellement amené à creuser son lit.

Le gypse se rencontre parfois en bancs massifs de plusieurs mètres de puissance, comme à quelques kilomètres à l'Est de Saragosse, où il donne lieu à d'importantes exploitations [1]. Le plus souvent il se trouve à l'état de nodules cristallisés ou saccharoïdes, aplatis, isolés ou agglutinés en blocs réniformes plus ou moins gros, disposés en bancs continus séparés par des bancs plus ou moins épais d'une marne argilo-sableuse, grise, verdâtre ou rougeâtre. Le gypse, ordinairement gris ou brunâtre, est parfois d'une très grande pureté et passe à l'albâtre; on le rencontre aussi à l'état laminaire et cristallisé en fer de lance; certains bancs sont constitués par une agglomération de cristaux confusément enchevêtrés.

Une particularité de cristallisation curieuse doit être signalée ici, d'autant plus que nous aurons à y revenir plus tard quand nous parlerons des gypses du bassin de Paris. Dans les escarpements de Remolinos, à 35 kilomètres au N.-O. de Saragosse, on remarque un banc fort régulier, que nous avons pu observer sur plusieurs kilomètres d'étendue, de $0^{m},80$ à 1 mètre de puissance, renfermant des cristaux englobés dans une marne assez compacte à l'intérieur du banc, mais devenant pulvé-

[1] Le gypse est employé dans presque toutes les constructions, soit à l'état de moellons, soit comme ciment après cuisson. Il n'y a guère que les édifices publics et les constructions d'une certaine importance pour lesquelles on réserve la brique et la pierre de taille.

rulente au contact de l'air. Ce sont des formes cristallines connues en minéralogie sous le nom de *squelettes de cristaux* ou *cristaux enveloppes* (de Lapparent, *Minéralogie*, 1884, p. 285). Ils sont de très grandes dimensions, du système rhomboédrique, atteignant parfois 20 centimètres de longueur. Les arêtes seules se sont développées sur une épaisseur très variable, tandis que les faces sont creuses comme si la cristallisation n'avait pu suivre. Isolément, ils se présentent comme des assemblages de six trémies obliques se joignant aux sommets. La figure ci-dessous en donne une idée.



Ces cristaux sont parfois isolés; le plus souvent ils sont groupés suivant une loi que je n'ai pu déterminer, mais qui existe sans doute.

Les faces n'ont pas toutes les côtés égaux; quatre d'entre elles sont toujours ou presque toujours des parallélogrammes à angles variables, donnant à l'ensemble la forme prismatique oblique à base rhombique. L'intérieur des trémies est marqué de rides angulaires irrégulières plus ou moins prononcées, parallèles aux bases et accusant des périodes d'accroissement.

En certains points de la formation gypseuse, existent des dépôts de sel gemme dont quelques-uns sont exploités et dont d'autres ne peuvent être que pressentis par les nombreuses sources salines qui se remarquent en

différentes localités de la province [1]. Les plus importants sont ceux des environs de Remolinos. On y remarque une masse de sel fort étendue, lenticulaire et qui, à l'endroit où j'ai pu l'observer, n'avait pas moins de 5 à 6 mètres de puissance. Elle affleure au flanc de l'escarpement des marnes et des gypses et donne lieu à d'importantes exploitations par galeries souterraines. Elle est formée de bancs de 10, 25 ou 50 centimètres d'épaisseur séparés par de minces lits de marne gypseuse. Ce sel gemme est généralement saccharoïde, impur, de couleur brune ou grisâtre; parfois cependant il est d'une très grande pureté, et l'on y rencontre des cristaux cubiques de grandes dimensions.

D'autres dépôts de sel se retrouvent dans des situations semblables en aval et en amont de Remolinos, depuis Gallur jusqu'à Torres de Berellen, c'est-à-dire sur plus de 30 kilomètres; fréquemment interrompus, ils affectent aussi la forme lenticulaire.

D'après Don F. Martin Donayre on aurait également exploité dans le district de Tauste, dont fait partie Remolinos, des mines de salpêtre. Je n'ai pas eu l'occasion de les voir; peut-être n'étaient-elles plus en activité lors de ma visite.

Mais beaucoup d'autres gisements de sels solubles doivent se trouver dans le bassin de l'Èbre [2], soit dans le miocène lui-même, soit dans les formations sous-jacentes, comme en font foi de nombreuses sources minérales au

[1] Nous verrons plus loin que certaines sources minérales ne sont pas d'origine miocène, mais qu'elles doivent provenir de dépôts salins d'un âge beaucoup plus ancien.

[2] On connaît depuis longtemps le gisement d'argile à *Epsomite* ou *sel de Catalayud* dans une caverne aux environs de cette ville. C'est un sulfate de magnésie; sans importance au point de vue industriel, il est d'un intérêt réel au point de vue minéralogique.

sujet desquelles je dois entrer dans quelques détails.

La plupart de ces sources ne s'écartent pas notablement de la température normale; d'autres sont thermales à un assez haut degré, dépassant même 40° centigrades. On explique généralement et avec raison cette haute température par la grande profondeur d'où les eaux proviennent. Par contre, une source, sortant directement des conglomérats de la base du trias, a été trouvée, le 5 août 1863, n'être qu'à la température de 6° C., tandis que la température de l'air était de 21° C. Il serait bien intéressant de connaître les phénomènes de réfrigération qui produisent un abaissement de température aussi remarquable. Il est probable que le chlorure de sodium n'y est pas étranger. Malheureusement M. Donayre ne nous donne pas l'analyse de l'eau de cette source.

Ces sources sont souvent très riches en sels solubles. Ce sont principalement des chlorures de calcium, de magnésium, de sodium et des sulfates de chaux, de magnésie, de soude et de potasse.

Elles produisent fréquemment des mares, des étangs, ou même de véritables lacs où les sels solubles s'accumulent de plus en plus. Pendant les saisons sèches, la concentration des eaux va souvent jusqu'à la précipitation, ce qui, dans quelques cas, donne lieu à des exploitations relativement importantes. Tels sont les étangs (lagunas) des environs de Sastago, dont l'un a une superficie de 400 hectares, et ceux de Bujaralos, qui produisent des quantités considérables de sel commun. Tel est aussi l'étang de Mediana, qui produit principalement du sulfate de soude et au sujet duquel nous allons entrer dans quelques détails.

Le petit lac ou étang de Mediana se trouve à environ 24 kilomètres au sud-est de Saragosse, à 8 kilomètres de

l'Èbre et à 200 mètres d'altitude au-dessus du niveau du fleuve. Il occupe le fond d'une dépression du sol gypseux de la contrée, fermée de tous côtés et par conséquent sans écoulement. Les bords de cette dépression les moins élevés au-dessus de son niveau se trouvent du côté de l'Èbre et de la nouvelle route de Mediana; ils m'ont paru ne pas avoir moins de dix mètres de hauteur, et sont en pente très douce. L'eau qui arrive à l'étang ne peut donc en partir que par évaporation atmosphérique ou par infiltration dans le sol.

La forme de l'étang est à peu près circulaire, avec un périmètre de 1150 mètres, ce qui lui donne une superficie d'environ 6 $^1/_2$ hectares. Lors de ma visite, à la fin d'avril de cette année, l'eau n'occupait guère plus d'un demi-hectare, par suite de l'évaporation active provoquée par les vents d'Ouest, secs et violents, qui régnaient depuis quelques jours. Le reste de sa superficie était une vase grisâtre, desséchée à la surface, mais se maintenant, à l'intérieur, à l'état humide et boueux.

Le niveau de l'eau n'est donc pas constant; il subit des fluctuations dont nous aurons à rechercher les causes. Quelques semaines après mon départ, on m'écrivait que toute la surface était recouverte d'eau, bien qu'il ne fût pas tombé, dans les environs, la moindre pluie, comme on pouvait le constater à l'Observatoire météorologique de Saragosse. Il paraît, d'un autre côté, qu'il n'est jamais complètement à sec. Ces particularités remarquables m'amènent, avant de parler de la composition des eaux, à examiner la question, très intéressante, de leur origine qui a été fort controversée.

Deux opinions sont en présence. L'une, soutenue par des autorités très respectables, prétend la trouver uni-

quement dans les pluies (¹) tombant dans le bassin hydrographique de l'étang et susceptibles de l'alimenter. Ruisselant sur les couches marneuses de ce petit bassin ou pénétrant dans leur intérieur, elles y dissolvent les sulfates et autres sels solubles qui s'y trouvent et les entraînent à l'étang, où s'opère la concentration par évaporation. L'autre soutient qu'outre cela, il existe, dans l'étang lui-même, des sources qui contribuent, dans une plus grande proportion, à son alimentation en eau et en sels.

Ce qui vient d'être dit du dernier remplissage de l'étang sans que les eaux atmosphériques y aient contribué directement, est déjà une forte présomption en faveur de cette dernière opinion. Des fluctuations semblables ne peuvent guère s'expliquer que par l'intervention d'un *phénomène artésien*, et la constitution du bassin de l'Èbre rend ce phénomène très possible. Elle paraît, en effet, on ne peut plus favorable au creusement des puits artésiens, et rien de plus rationnel que d'admettre l'application naturelle du principe.

Il y a plus; on a creusé dans la vase au bord de l'étang, un petit puits où l'on pratiqua un épuisement pour l'exploitation des sels que renferme l'eau. Quelqu'actif qu'ait été cet épuisement, on n'est pas parvenu à faire baisser sensiblement l'eau extérieure, et de plus, on s'est aperçu que la température de l'eau du puits s'élevait à mesure que son niveau baissait, c'est-à-dire que les sources alimentaires semblent être *thermales*.

Comme nous l'avons dit, de telles sources se rencontrent fréquemment en Aragon. Voici ce que nous lisons

(¹) Il est bon de faire remarquer qu'il pleut très peu dans cette partie de l'Espagne. D'après les observations météorologiques de l'observatoire de Saragosse, on n'y compte que 46 jours de pluie, et le pluviomètre n'y accuse que 246 millimètres d'eau par année.

dans le mémoire déjà cité de M. M. Donayre : " A trois kilomètres au S.-O. du village de *Mediana* sortent des terrains tertiaires les sources de *Magdalena* qui, au nombre de cinq et d'un débit abondant, se réunissent dans un ravin et forment le ruisseau appelé *Ginel*. L'eau y a une température de 25° centigrades ; elle a une saveur saline et magnésienne. „

J'ai voulu m'assurer si la composition des eaux de l'étang, comparée à celle de la fontaine *Amarga* qui fait partie des cinq sources de Magdalena, révélerait une analogie semblable à celle qui découle de la température. Voici les résultats de trois analyses :

	A	B	C.
Quantité de sels par litre d'eau.	187gr.300	320gr. „	16gr.90
Densité de l'eau.	1.142	1.233	1.013
Les sels, après dessiccation, ont donné :			
Sulfate de soude	52.53	39.08	35.97
„ de magnésie	27.78	31.02	13.83
„ de chaux	„	„	12.14
Chlorure de magnesium	10 32	13.05	22.78
Eau de combinaison	7.55	13.53	12.70
Divers	1.82	3.32	2.68

A. — Eau contenue dans la vase de l'étang en dessous de la croute desséchée.

B. — Eau de l'étang lui-même qui, lors de ma visite,

se trouvait à l'état de saturation. De nombreux cristaux de sulfate de soude se déposaient sur le fond, ce qui explique la moindre proportion de ce sel relativement aux autres plus solubles.

C. — Eau de la fontaine Amarga. On verra plus loin pourquoi il s'y trouve du sulfate de chaux, tandis qu'il n'y en a pas dans les deux autres.

On remarquera, du reste, que les éléments acides et alcalins ont été groupés arbitrairement, le groupement réel pouvant varier considérablement suivant certaines conditions, entre autres avec la température.

Il y a donc analogie incontestable, non seulement au point de vue thermal, mais encore au point de vue de la composition chimique, entre les eaux de l'étang et celles des sources de Magdalena. Si nous remarquons, dans ces dernières, une proportion de sulfate de soude relativement considérable par rapport au sulfate de magnésie, cela tient à ce qu'aucune précipitation de ce premier sel ne s'est produite, par suite de l'étendue de la solution et de sa température élevée. Le même raisonnement peut s'appliquer à l'eau de la vase plus abritée contre les effets de la concentration que les eaux superficielles qui, seules, étaient à l'état de saturation relativement au sulfate de soude. La présence du sulfate de chaux dans l'eau de la fontaine Amarga, tandis qu'il n'y en a pas la moindre trace dans les deux autres, s'explique aussi par suite d'un phénomène analogue: les eaux de la vase et de l'étang avaient acquis depuis longtemps une densité qui ne leur permettait plus de retenir ce sel de chaux en dissolution, ce qui n'était pas le cas pour les eaux de la fontaine. Les eaux qui alimentent l'étang doivent y arriver à un état de solution fort étendue, probablement analogue à celui des eaux de la fontaine, et le gypse qu'elles tiennent en dissolution doit se préci-

piter quand, par suite de leur mélange avec les eaux de l'étang, il s'y produit une concentration suffisante. Telle est l'origine même de la vase de l'étang, formée en grande partie de gypse provenant d'une telle précipitation.

De toutes ces considérations, je crois pouvoir conclure que l'étang de Mediana reçoit sa principale alimentation de sources paraissant thermales, dues à un phénomène artésien, et dont le lieu d'origine peut être fort éloigné. Il en est de même des sources de Magdalena.

Nous allons dire quelques mots de la composition des autres sources minérales de la contrée.

La potasse est très rare dans les eaux de l'Aragon. Elle n'a été signalée par M. Donayre que dans une seule source minérale, celle de Quinto, qui sort des calcaires fossilifères dont nous parlerons plus loin, à raison de 6 litres par minute et à la température de 16° à 20°C. Elle est donc un peu thermale. La potasse a été dosée à 0.^{gr}13 par kilog. d'eau. Elle doit se rencontrer en beaucoup d'autres sources minérales, mais en quantités moindres et, probablement, peu dosables.

Une seule source a été indiquée comme renfermant du chlorure de calcium, c'est celle de Tiermas (Baños de), dans l'arrondissement judiciaire de Sos. Elle sort des marnes nummulitiques à la température de 40° C. Elle n'appartient pas, par conséquent, au terrain miocène, et semble étrangère à notre sujet ; mais on verra que sa nature thermale aide beaucoup à nos déductions.

Les deux autres bases, soude et magnésie, ont été groupées en sulfate et en chlorure d'une façon assez arbitraire comme nous l'avons déjà dit.

Le tableau suivant donne le résumé de la composition de ces eaux, en laissant de côté les sels terreux et d'autres substances qui n'ont, à notre point de vue, qu'un intérêt secondaire.

	1	2	3	4	5	6	7
KO,SO^3	„	„	„	„	0.130	„	„
NaO,SO^3	1.652	„	0.341	0.096	0.15	„	6.062
MgO,SO^3	„	13.393	„	„	„	1.159	2.337
NaCl	1.667	„	0.261	„	0.274	0.290	„
$CaCl^2$	0.579	„	„	„	„	„	„
$MgCl^2$	0.794	4.939	0.001	0.098	0.650	0.435	3.850
Température.	40°	17°	14°	34°	18°,20°	16°	25°

Les colonnes se rapportent à des sources des localités suivantes :

1. Baños de Tiermas.
2. Paracuellos de Giloca.
3. Torre de San Miguel.
4. Alhama de Aragon.
5. Quinto.
6. Saragosse, Rio de Huelva.
7. Amarga de Mediana.

Beaucoup d'autres sources sont qualifiées, par M. Donayre, de *sources amères ;* elles sont donc aussi magnésiennes, mais il n'en donne pas les analyses. Quelques-unes renferment de l'hydrogène sulfuré, dont le dosage n'a pas été fait; mais ce gaz est indiqué comme *abondant,* à la fontaine de Paracuellos de Giloca.

Nous verrons plus loin les conséquences qui résultent de l'examen attentif de ce tableau.

Je reprends maintenant la description purement géologique de la contrée, en examinant les raisons qui ont fait assigner une origine lacustre à la formation gypso-saliférienne du miocène supérieur du bassin de l'Ebre.

En beaucoup de points de la province de Saragosse, on rencontre des formations essentiellement d'eau douce, constituées par des calcaires fossilifères et parfois aussi par des couches de lignite. Les calcaires occupent la partie supérieure de la formation; ils se présentent en couches plus ou moins épaisses, de texture variable mais le plus souvent compacte, fournissant parfois de bonnes pierres de construction qui s'expédient jusqu'à Madrid, de couleur grise, jaune ou blanchâtre, plus rarement de couleur sombre et dans ce cas un peu fétides. Les lignites ne sont pas de très bonne qualité comme combustible, mais ils s'emploient cependant pour la calcination des calcaires qui sont à chaux hydraulique.

Les fossiles de ces calcaires sont tout à fait caractéristiques et se rencontrent souvent en très grande abondance. Ils appartiennent aux genres : *Planorbis*, *Paludina*, *Bythinia*, *Lymnea* et *Helix*. On y a distingué des espèces de l'âge miocène.

D'autres fossiles, plus caractéristiques encore de cette époque, appartiennent à la classe des mammifères. M. Paul Gervais, en 1852, en avait déjà indiqué quelques-uns, mais pour l'Espagne en général (1). M. de Cortazar me communique les noms suivants qui appartiennent bien à la province de Saragosse :

Mastodon Arvernensis.

Hipparion gracile, etc.

Telles sont les raisons paléontologiques qui ont fait ranger les termes supérieurs du système miocène du

(1) Beaucoup d'espèces de mammifères ont été signalées dans les terrains miocènes d'Espagne, appartenant aux genres *Anoplotherium*, *Cheropotamus*, *Sus*, *Anchytherium*, *Palæomeryx*, *etc.*, mais je ne vois, dans aucun des auteurs que j'ai à ma disposition, rien de bien précis indiquant qu'elles auraient été trouvées dans la province de Saragosse ou même, d'une façon plus générale, dans le bassin de l'Èbre.

bassin de l'Èbre, parmi les formations lacustres, depuis les conglomérats de la base jusqu'aux calcaires du sommet, y compris, par conséquent, la grande épaisseur des marnes gypso-salifériennes qui en constituent la partie moyenne. Il y a ici une anomalie évidente qui, en 1852, avait déjà frappé de Verneuil et Collomb. Ces savants géologues se trouvaient indécis en présence de sources d'eau salée qui surgissaient au milieu des bassins lacustres du Tage et de l'Èbre. " Est-il vraisemblable, disaient-ils, que ce sel appartienne *à des formations déposées dans des eaux douces ou même saumâtres ?* „ et devant une telle difficulté, ils se trouvaient portés à chercher l'origine de ces eaux dans le trias si riche en dépôts de sel gemme. Nous reprendrons plus loin cette idée.

Il est probable que de Verneuil et Collomb n'avaient nulle connaissance des dépôts de sel gemme de Remolinos que nous avons décrits plus haut. Ils auraient parfaitement reconnu que de telles sources peuvent très bien provenir des assises miocènes et ils auraient compris, non moins parfaitement, l'impossibilité de faire de ces dépôts des *dépôts lacustres*, si, bien entendu, l'on conserve à cette expression la signification de *dépôts d'eau douce*. Ils en auraient déduit qu'ils n'appartiennent pas, par conséquent, au même mode de formation que les dépôts calcaires supérieurs et que, s'ils se sont réellement déposés dans un lac, ce lac devait être salé. Voilà la conclusion à laquelle seraient arrivés ces géologues; et cependant ce sont les idées contraires qui ont prévalu, soutenues par d'autres savants qui avaient plus ou moins participé à leurs travaux, parmi lesquels nous citerons MM. Ezquerra de Bayo et Casiano de Prado. Elles se sont perpétuées jusqu'à présent et continuent à être admises par les géologues contemporains. C'est ainsi que M. de Lapparent les résume en ces quelques mots :

“ La vallée de l'Èbre et les environs de Teruel et de Madrid sont occupés par une vaste formation lacustre, avec Mastodontes et Hipparions, que M. Carez range à la hauteur du *Tortonien.* „ (*Géol.*, 1re éd., p. 1055.) Par ce nom, il n'entendait pas l'étage à marnes marines de Tortone et de Baden, mais le tortonien français dans lequel prédominent les formations lacustres, lesquelles s'étendent même beaucoup au delà de la frontière vers l'Est, puisque l'on y comprend les célèbres dépôts lacustres d'Œningen, près de Constance. Ce sont ces idées que nous essayerons de discuter et de réformer.

Certains doutes, cependant, s'élèvent parfois parmi les géologues. C'est ainsi que M. Carez, dont le nom vient d'être cité, après avoir trouvé défectueuse la subdivision des étages éocène, oligocène, miocène et pliocène chacun en deux assises, l'une marine et l'autre lacustre, trouve cependant que quand, dans un pays encore peu étudié, les rapports des dépôts marins et des dépôts d'eau douce ne sont pas suffisamment connus, on peut conserver provisoirement cette nomenclature défectueuse. “ C'est ainsi, ajoute-t-il, que j'ai moi-même adopté, dans ma carte, la dénomination de miocène lacustre, parce que je ne savais à quelle subdivision du *miocène marin* il fallait rapporter les assises qui constituent la grande plaine de l'Èbre. „ (*Observation sur quelques points de la Géologie de l'Espagne*, etc. *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1880-81, p. 356.)

L'année suivante, le même auteur dit : “ Le miocène moyen ne s'est déposé que dans une bande étroite, sur le rivage de la Méditerranée et n'a pas pénétré dans la région montagneuse. „ (Présentation de : *Etudes des terrains crétacés et tertiaires du N. de l'Espagne*; *Bull. de la Soc. géol. de France*, 1881-82, p. 19.)

La contradiction, peut-être plus apparente que réelle,

qui résulte de ces deux citations, prouve, au moins, qu'il y a doute dans l'esprit du savant géologue.

Nous allons examiner la question d'une manière plus approfondie. Elle peut se résumer comme suit : Faut-il continuer à considérer comme formation lacustre les terrains gypso-saliférien de la vallée de l'Ebre ? En d'autres mots, quelle est la signification des fossiles terrestres et d'eau douce que l'on y rencontre?

Nous pouvons, dans cette discussion, écarter les mammifères terrestres qui, vraisemblablement, ont été transportés par les rivières dans les eaux où se faisait le dépôt des gypses ou des calcaires, que ces eaux aient constitué un lac salé, un lac d'eau douce, une mer fermée ou une lagune. Ils ne peuvent, en aucune façon, éclairer la question. Nous y reviendrons avec plus de détails quand nous nous occuperons des mêmes fossiles, beaucoup plus nombreux, du gypse du bassin de Paris.

Restent donc les fossiles d'eau douce. Nous avons vu que, d'après M. Donayre, et les renseignements que nous fournit M. de Cortazar, ils se répartissent en quatre genres : *Planorbis, Paludina*, *Bythinia*, *Lymnea*, auxquels vient s'ajouter un genre terrestre : *Helix*.

Les coquilles de ce dernier genre ont évidemment la même origine que les squelettes de mammifères dont il vient d'être parlé, c'est-à-dire qu'elles ont dû être amenées par les cours d'eau. Quant aux genres d'eau douce, je ferai remarquer après Lyell [1], qu'ils se composent de coquilles légères pouvant très bien flotter à la surface des rivières et y flottant même souvent du vivant de l'animal. Rien n'est plus commun que de trouver, par suite de ces circonstances, des coquilles terrestres ou d'eau douce mélangées à des coquilles marines, les pre-

[1] *Eléments de géologie*, 1875, p. 339.

mières ayant été entraînées vers les secondes, tandis que le transport des secondes vers les premières n'est guère admissible.

Cependant tout dépend de la manière d'être du gisement; il est toujours facile de reconnaître si les coquilles que l'on y rencontre ont vécu en place ou sont dues à un transport. Nous avons tout lieu de croire que les fossiles signalés par les auteurs proviennent principalement des calcaires et des marnes calcarifères qui surmontent des assises du gypse. Nous ignorons s'il se trouve de ces marnes et de ces calcaires fossilifères dans la partie moyenne, interstratifiés avec des bancs de gypse [1].

M. de Cortazar nous a montré de nombreux échantillons de ces calcaires fossilifères, faisant partie des collections du musée de l'Institut de la carte géologique à Madrid; ils sont bien évidemment des calcaires d'eau douce. Du reste, on rencontre aussi des lignites dans la même formation, ce qui indique un dépôt terrestre ou marécageux.

Les motifs allégués pour faire entrer dans le miocène lacustre toutes les assises de cet étage du bassin de l'Ebre, qu'elles soient calcaires, marneuses ou gypseuses, et en y comprenant même les dépôts arénacés et les conglomérats de la base, reposent donc uniquement sur ce fait que des calcaires lacustres incontestables existent à la partie supérieure.

Il est évident que c'est pousser beaucoup trop loin les

[1] Il n'y aurait rien d'étonnant à ce qu'il en fût ainsi, et cela ne contrarierait aucunement notre discussion. Il est probable, en effet, que les deux formations ne se terminent pas brusquement et que le contact a été marqué par quelques phénomènes de recurrence. Si, du reste, le cas ne se présente pas dans le bassin de l'Ebre, il se rencontre dans le bassin de Paris, comme nous le verrons plus loin.

déductions, en présence surtout des bancs de sel gemme que renferme la masse du gypse. Il est certain que les géologues qui, les premiers, ont émis ces théories, lesquelles, jusqu'à présent, ont fait école, subissaient l'influence des idées reçues à propos du gypse du bassin de Paris, déclaré formation d'eau douce par les autorités les plus compétentes. Si le moindre banc de sel gemme se fût rencontré dans le gypse de Montmartre, les idées eussent été tout autres et, par répercussion, celles qu'on a émises depuis au sujet du miocène d'Espagne.

L'absence complète, dans les dépôts gypseux, de coquilles quelconques ayant vécu en place, est déjà, selon nous, une preuve péremptoire en faveur de l'origine marine de ces dépôts. La concentration des eaux de mer pour amener la précipitation du gypse doit, comme nous l'avons vu, accuser au moins 15° à l'aréomètre de Beaumé ; la précipitation réelle et abondante n'a lieu qu'entre 18° et 22° et pour être entièrement terminée, elle doit arriver à 25°. Or, à 15°, le volume de l'eau est déjà réduit au cinquième, et à 25° à moins du huitième. Une semblable concentration, dans le cas d'une eau douce, ne rendrait certainement pas la vie impossibles ; mais il en serait tout autrement dans le cas d'une eau salée. Si nous admettons que l'eau de l'océan, à l'époque miocène, avait sensiblement la composition de celle des océans actuels, nous sommes amenés à cette conclusion, que toute eau de mer dans laquelle le dépôt du gypse a commencé est inhabitable pour tout organisme, au moins pour ceux que nous avons ici en vue. La vie des mollusques et des animaux supérieurs à cette classe y est impossible, non à cause du gypse, mais à cause du sel qui, se concentrant également, s'y trouverait en une proportion cinq à huit fois plus considérable qu'auparavant.

Nous ne pouvons donc voir, dans les assises gypso-

saliférienne qui constituent le bassin de l'Ebre, que des dépôts marins effectués dans d'immenses lagunes que fermaient, du côté de la Méditerranée, les chaînes de montagnes que nous y voyons encore aujourd'hui [1]. Ces lagunes étaient, en certains endroits, en communication avec celles qui ont formé les bassins du Tage et du Douro, et il est probable que c'est plutôt de ce côté que du côté de la Méditerranée qu'existaient les détroits d'alimentation. L'évaporation, sur cette vaste étendue, devait être, à l'époque miocène, d'une intensité extrême, et dans le genre de ce qui se passe actuellement dans la mer Rouge. On doit aussi admettre que des courants inférieurs ont rejeté dans la grande mer des eaux salées plus ou moins concentrées, abandonnant à la lagune les matières gypseuses et marneuses que cette concentration même empêchait de se maintenir à l'état de dissolution.

C'est ce qui expliquerait, d'une manière on ne peut plus rationnelle, l'immense quantité des dépôts gypseux, comparativement à la faible quantité des dépôts salins. Ce n'est que dans certains cas exceptionnels, comme dans celui de Remolinos, par exemple, que le courant de retour n'ayant pu s'établir, le sel gemme s'est déposé à son tour.

En résumé, nous retrouvons dans le bassin gypso-saliférien miocène de l'Ebre, mais à l'état ébauché, la région du sel gemme et de l'anhydrite de Stassfurt. Nous avons vu que, dans cette dernière localité, le sel gemme constitue 94 °/₀ de la masse totale. Dans la vallée de

[1] Ces chaînes de montagnes ont été rapportées par Elie de Beaumont au système des Alpes occidentales, dont le soulèvement aurait eu lieu après le dépôt des terrains miocènes. Il est possible, en effet, qu'il en soit ainsi et que le relèvement de cette partie de l'Espagne date de cette époque, mais il est à présumer qu'il existait antérieurement, le long des côtes, des chaînons qui n'auront fait que s'accentuer plus tard.

l'Èbre, ce serait plutôt le contraire qui aurait lieu, c'est-à-dire que les dépôts gypseux y constituent probablement plus que 94 °/₀ de la masse totale. Le dépôt du sel paraît avoir été interrompu brusquement par un changement dans le régime des eaux de la lagune; les eaux de la grande mer y sont revenues en grande abondance, étendant la solution de façon à arrêter la précipitation du chlorure de sodium, mais non celle du sulfate de chaux. C'était le retour de la lagune à son état antérieur, et cela a continué jusqu'aux calcaires lacustres, après fermeture des détroits marins.

Cependant, comme nous l'avons vu, la présence de sels solubles autres que le sel marin est révélée, dans le bassin de l'Èbre, par les nombreuses sources minérales que l'on y rencontre sur les deux rives, et même par certains dépôts accidentels. Ces sels solubles, par leur nature même, semblent démontrer une période plus avancée que celle que nous venons d'indiquer.

La conséquence principale à en tirer résulte de la grande quantité de sels de magnésie qui s'y trouvent. Ces sels sont très déliquescents et exigent, pour se précipiter, un degré de concentration très élevé, beaucoup plus élevé que ne paraît l'avoir été celui des eaux qui ont donné lieu aux formations gypseuses et saliférienne miocènes. Ce n'est donc pas dans ces formations que nous devons chercher leur origine.

Il n'est pas, non plus, probable que des sources thermales, et qui le sont même quelquefois à un très haut degré, proviennent uniquement des assises miocènes. Les eaux superficielles, pénétrant seulement à la plus grande profondeur à laquelle atteignent ces assises, ne pourraient y acquérir une telle température. Elles doivent nécessairement l'avoir acquise beaucoup plus bas.

Les terrains miocènes occupent une vaste dépression aux limites de laquelle se remarquent de nombreux affleurements plus ou moins redressés des terrains nummulitiques, crétacés et jurassiques, superposés, à leur tour, à des assises puissantes du trias. Si nous en jugeons par les nombreux lambeaux figurés sur la carte géologique, tant au Nord qu'au Midi et à l'Est, ces assises doivent être continues et se prolonger souterrainement dans tout le bassin de l'Èbre, s'interposant entre les terrains primaires et les terrains secondaires et tertiaires qui ont suivi.

Or, le trias de l'Espagne renferme, comme presque partout où on le rencontre, des gisements de sel gemme fort importants, subordonnés à des marnes, à des argiles et à des gypses formant ensemble le membre supérieur de la série triasique, ainsi que de Verneuil l'a reconnu dès 1852. En dessous, on rencontre des calcaires dolomitiques que le même auteur rapporte au Muschelkalk, et plus bas encore des grès micacés et des conglomérats formant le terme inférieur de l'étage.

Ces masses puissantes de sel sont exploitées en beaucoup d'endroits par galeries souterraines (*Minglanilla, Villena*, etc.). D'autres fois sa présence ne s'y révèle que par d'abondantes sources salées et des efflorescences salines ; souvent ces sources constituent des lacs ou des étangs salés. La plus importante de ces masses d'eau est le lac de *Gallocanta,* aux confins des provinces de Saragosse et de Teruel; elle a une superficie de 1,800 hectares et se trouve à une altitude de 960^{m} au-dessus du niveau de la mer. Ce lac n'est pas régulièrement exploité pour en retirer le sel marin, mais certaines autres sources le sont, entre autres celles de *Monterde*, au contact des formations triasiques et siluriennes; le Domaine en

retire annuellement plus de 1,500 quintaux métriques de chlorure de sodium.

Nous retrouvons donc, à la base des terrains secondaires, une formation analogue, au point de vue lithologique comme au point de vue géogénique, à celle qui se trouve au sommet des terrains tertiaires. Rien ne les différencie, que le degré de concentration auquel ont pu atteindre les eaux de la lagune triasique. Nous ne pouvons énoncer ici que des présomptions, mais elles nous paraissent fortement motivées : la concentration a dû dépasser de beaucoup celle qui amène la précipitation du sel marin.

Quels sont les autres sels solubles dont la présence est constatée, dès maintenant, d'une manière suffisamment certaine, et qui doivent faire partie des dépôts salifériens du trias dans les grandes profondeurs ? Les nombreuses sources minérales de la province de Saragosse, dont nous avons donné les analyses, et tant d'autres qui n'ont pas été analysées, mais dont la saveur amère dénote suffisamment la présence de la magnésie, ne répondent encore qu'imparfaitement à cette question.

Il faudrait pousser les études beaucoup plus loin et surtout multiplier les analyses. Cependant, et d'une manière générale, on peut y constater, dès à présent, une grande quantité de sulfate de soude et souvent de magnésie; le chlorure de calcium y est moins abondant, mais le chlorure de magnésium se rencontre presque partout et quelquefois en proportions relativement grandes. Or, ces sels ne se trouvent, en quantités notables, que dans les régions supérieures du dépôt de Stassfurt.

Il est certain qu'ils peuvent, comme à Stassfurt, constituer des sels doubles et triples, et nous retrouverions dans le trias du bassin de l'Èbre la plupart des substances minérales qui caractérisent les sels solubles du permien de l'Allemagne du Nord.

Nous devons présenter une remarque importante au sujet du sulfate de soude qui, à Stassfurt, n'est signalé qu'à l'état de sel double ou triple, tandis qu'on le signale à l'état isolé en Espagne. Peut-être est-ce le résultat d'une dissociation due à des circonstances particulières. Dans tous les cas, on connaît les lois de la solubilité du sulfate de soude. A environ 15° C. sa solubilité est égale à celle du chlorure de sodium, c'est-à-dire que la saturation est acquise au même degré de l'aréomètre, pour les deux sels. En dessous de cette température, la solubilité du sulfate de soude diminue rapidement, au-dessus elle augmente beaucoup plus rapidement encore, tandis que celle du chlorure de sodium reste à peu près stationnaire. Si les eaux de la lagune du trias s'étaient trouvées à la température de 15°, les deux sels se seraient précipités en quantités égales; mais comme il est probable que la température, à cette époque géologique et sous la latitude de l'Espagne, était beaucoup plus élevée, il est rationnel de ranger le sulfate de soude au nombre des sels qui ont demandé, pour se déposer, un degré de saturation bien supérieur à celui qu'a exigé le chlorure de sodium.

Cet état de choses ne pouvait même pas être sensiblement modifié par les saisons, qui n'existaient pas encore, ou du moins n'étaient que très imparfaitement définies. Mais il devait en être tout autrement à l'époque miocène, et un nouvel élément, l'élément climatérique, intervient ici d'une façon très sérieuse. Cette limite de 15° C. a pu se présenter pendant les hivers et surtout pendant les nuits d'hiver de cette époque géologique. Si la température était descendue en dessous d'une façon notable, la précipitation du sulfate de soude aurait pu se faire avant celle du chlorure de sodium lui-même, et c'est à cette circonstance que l'on devrait

les gisements de sulfate de soude assez nombreux qui existent, dit-on, dans le miocène d'Espagne. Nous n'avons pas eu l'occasion de visiter ces gisements; seulement, à Remolinos nous avons vu, dans les stratifications du sel et du gypse, des efflorescences blanchâtres qui ne sont que du sulfate de soude ayant perdu ou en train de perdre son eau de cristallisation.

Ces considérations doivent-elles modifier nos conclusions relativement aux sources et à l'étang de Médiana et à tant d'autres eaux minérales que nous avons citées, et serait-il possible de n'y voir que des émanations du terrain miocène? En présence de la nature thermale de la plupart de ces eaux, et surtout de la quantité relativement grande de sels de magnésie qu'elles renferment, sels qui ne sont pas du tout dans le cas du sulfate de soude, nous croyons que cette supposition ne peut être admise, et que c'est dans la formation saliférienne du trias que ces eaux doivent puiser les sels solubles divers dont elles sont chargées.

Les sources minéro-thermales, qui, dans bien des cas, sont pour le géologue le seul moyen d'exploration aux grandes profondeurs, nous donnent donc des indications excessivement probables sur la présence, en dessous des calcaires jurassiques, d'un dépôt saliférien analogue à celui de Stassfurt, c'est-à-dire beaucoup plus complet que tous ceux connus avant la découverte relativement récente de ce dernier. Avant cette découverte, les différents sels qui y accompagnent le sel gemme étaient peu connus, rares et, par cela même, délaissés par l'industrie, tandis que là ils se trouvent en grandes masses et exploités de préférence au sel gemme. On sait que c'est à leur emploi en agriculture qu'ils doivent la faveur dont ils jouissent actuellement, et l'on conçoit

quel intérêt il y aurait pour l'Espagne à s'assurer si son sol ne récèle pas de semblables richesses.

La question principale serait de savoir à quel point de concentration s'est arrêté le bassin triasique de l'Èbre, en d'autres termes, s'il est aussi complet que celui de Stassfurt. Si l'on réfléchit au peu de sels potassiques contenus dans les eaux des sources minérales, on est amené à conclure que le dépôt n'a pu arriver à la région de la carnallite qui en contient tant. Mais la grande quantité de sels de magnésie semble indiquer que la région de la kiésérite a été atteinte. Ce ne sont cependant que des suppositions, mais il est bon de rappeler ici, qu'avant que des sondages et des puits n'aient amené la découverte des sels potassiques et magnésiens de Stassfurt, les sources salées qui existaient dans la contrée n'en avaient même pas fait soupçonner la présence.

De tout ce qui précède nous pouvons tirer les conclusions importantes suivantes:

1° Que le bassin gypso-saliférien miocène de l'Èbre est d'origine marine et vraisemblablement dû à des phénomènes lagunaires ;

2° Que la région inférieure ou du sel gemme ne s'y est produite qu'imparfaitement ;

3° Que le bassin gypso-saliférien triasique, au contraire, s'est développé d'une façon beaucoup plus complète, probablement jusqu'à la troisième région ou de la kiésérite;

4° Que les eaux minérales et thermales, si abondantes dans tout le bassin, doivent leur origine au dépôt gypso-saliférien triasique ;

5° Que les eaux minérales non thermales peuvent, au contraire, provenir du dépôt gypso-saliférien miocène.

III.

Terrains gypseux du bassin de Paris.

Il nous reste à examiner la question, beaucoup plus difficile, de l'origine marine ou lacustre des dépôts simplement gypseux, c'est-à-dire dans lesquels l'absence du sel gemme vient nous priver d'un argument de grande valeur.

Devons-nous voir, dans de tels dépôts, des formations marines dont la concentration n'aurait pas été poussée suffisamment loin pour amener la précipitation du chlorure de sodium ?

Nous devons ici faire une première réserve. C'est que, de l'absence du sel gemme dans les dépôts gypseux, on ne peut pas conclure qu'il n'y a pas existé dans les temps anciens. Le sel, soluble à un très haut degré, a pu disparaître par suite de dissolution ultérieure [1] et ne laisser que le gypse et les marnes gypseuses. Mais ce n'est probablement pas le cas du bassin de Paris.

Beaucoup de géologues français se sont occupés de l'origine de ce bassin gypseux, tant à cause des nombreux et importants usages industriels du gypse, qu'à cause des remarquables découvertes paléontologiques qui y ont

[1] Quand le premier grand tunnel des Alpes a été entrepris, celui du Mont-Cenis, des craintes ont été émises sur les difficultés, peut-être insurmontables, que devait rencontrer son percement par suite de semblables dépôts de sel disparus et n'ayant laissé, à leur place, que d'immenses excavations. Ces craintes ne se sont pas confirmées, soit que ces dépôts n'aient jamais existé, soit qu'après leur dissolution, les excavations aient été comblées par l'effondrement des roches supérieures.

Il n'est pas inutile de faire remarquer ici que certaines sources minérales du bassin de Paris renferment des chlorures et des sulfates de soude et de magnésie, mais en proportions beaucoup plus faibles, il est vrai, que les eaux minérales d'Espagne.

été faites. Dès la fin du siècle dernier et surtout au commencement du siècle actuel, d'illustres géologues, Prévost et Desmaret, Alex. Brongniart et Cuvier, avaient étudié, d'une façon très minutieuse, ses gisements principaux et, en particulier, ceux à jamais célèbres de la butte Montmartre; ils en avaient donné des descriptions très détaillées (1).

Ces descriptions ont été reproduites par M. Stanislas Meunier dans sa *Géologie des environs de Paris*, avec les compléments indispensables qu'y avaient apportés d'autres savants géologues, entre autres Elie de Beaumont, Hébert, Ch. d'Orbigny, d'Archiac, etc. Dans ces derniers temps, MM. Carez, Vasseur, Goubert, Bioche, Fabre, etc., sont venus y ajouter de sérieux contingents (2).

Malgré les nombreuses études dont il a été l'objet, " le gypse, dit M. St. Meunier, reste un des terrains les plus intéressants par le nombre et la variété des problèmes qu'il a soulevés et dont la solution, il faut l'ajouter, est loin d'être, dès maintenant, acquise. „

Tous les géologues que je viens de citer ont étendu leurs recherches à tous les lambeaux du gypse du bassin de Paris, lambeaux autrefois réunis en une seule nappe, mais que des dénudations, datant probablement des derniers temps tertiaires et qui se sont surtout produites avec une grande énergie pendant l'époque quaternaire, ont fini par isoler les uns des autres.

Quand on lit les descriptions si minutieuses de Desmaret, Prévost, Brongniart et de leurs successeurs, on est surtout frappé de la grande variété des assises dont la masse entière est formée. C'est une superpo-

(1) Voyez entre autres publications : *Description géologique des environs de Paris*, par MM. G. Cuvier et Alex. Brongniart.

(2) *Bulletins de la Société géologique de France* et autres périodiques.

sition de lits de gypse quelquefois très minces, d'autres fois plus puissants, séparés par des lits également minces ou puissants de marnes argileuses ou calcaires. Ils rappellent, pour ainsi dire trait pour trait, ce que nous avons pu observer dans la province de Saragosse, sauf l'étendue et la puissance beaucoup moindres et l'absence de la roche caractéristique, le sel gemme. La forme lenticulaire des dépôts gypseux est plus accusée dans le bassin de Paris [1], c'est-à-dire que les lentilles y sont plus restreintes. La première idée qui vient à l'esprit, c'est que les gypses du bassin de l'Èbre ont le caractère général et très bien marqué de dépôts effectués dans des eaux de grande étendue et relativement profondes, tandis que ceux du bassin de Paris se sont formés au sein d'eaux beaucoup plus limitées en étendue et en profondeur.

Au point de vue minéralogique, le gypse s'y présente sous les mêmes formes, tantôt sub-compacte, grenu ou saccharoïde, tantôt laminaire, cristallisé en fer de lance, ou formant une réunion inextricable de cristaux enchevêtrés, transparents ou opaques; le plus souvent sali par des substances étrangères qui lui donnent les teintes les plus diverses, il s'approche d'autres fois de l'albâtre par sa pureté et sa blancheur. Les marnes, de leur côté, y sont de même nature, mais cependant plus variées, ce qui semble aussi accuser des eaux moins profondes et plus sujettes à recevoir les impressions diverses des terres émergées environnantes.

Je crois devoir signaler, avant d'aller plus loin, un trait de ressemblance minéralogique singulier. Dans certaines marnes, à différents niveaux du gypse parisien, on

[1] Nous ne pouvons même affirmer que cette forme soit bien caractéristique en Espagne, n'ayant pu en juger que par le sel gemme.

rencontre des corps dont la première connaissance est due à MM. Desmarest et Prévost [1]. " Ce sont des pyramides quadrangulaires formées de la même marne et dont les faces sont striées parrallèlement aux bases. Ces pyramides ont jusqu'à 3 centimètres de hauteur sur une base carrée de 6 centimètres de côté. On ne doit pas considérer ces solides comme des moitiés d'octaèdres, car leur base est tellement engagée dans la marne qu'on ne peut, par aucun moyen, découvrir les faces opposées qui complèteraient l'octaèdre; mais on observe, dans leur réunion entre elles, une disposition très remarquable. Ces pyramides sont toujours réunies six ensemble, de manière qu'elles se touchent par leurs faces, et que tous les sommets se réunissent en un même point. Il résulte de cette réunion, un cube dont les faces ne peuvent cependant pas être mises naturellement à découvert, puisque les bases des pyramides se continuent sans interruption dans la marne qui leur sert de gangue, et qui est absolument de même nature qu'elles. „

Ne retrouve-t-on pas ici la forme cristalline du gypse que nous avons constatée dans la vallée de l'Èbre et dont nous avons donné la description ? La forme cubique des pyramides a-t-elle été suffisamment observée dans le bassin de Paris et n'est-ce pas la forme rhombique qu'il faudrait dire ? Les auteurs nous disent aussi que les pyramides se touchent; il y a certainement un intervalle qui les sépare, laissé par une cloison très mince disparue depuis par une cause quelconque. Pour nous, ces corps ne peuvent avoir d'autre origine que celle des squelettes de cristaux, seulement ils sont beaucoup plus minces et beaucoup moins volumineux que ceux de la vallée de l'Èbre.

[1] *Description géologique des environs de Paris,* par MM. G. Cuvier et Alex. Brongniart, 3me édition, 1835, p. 411.

M. Stanislas Meunier, qui reproduit textuellement la description citée plus haut de ces corps singuliers dans sa *Géologie des environs de Paris* (p. 240), y revient plus loin et dit que leur origine a été cherchée dans une *pseudomorphose;* " c'est-à-dire qu'on admettait que du sel avait cristallisé dans la roche de façon à développer des trémies et qu'il avait ensuite disparu par l'effet de sa dissolution. A l'appui de cette opinion, M. Aimé Boué a cité comme exemple, diverses localités du Tyrol où, de nos jours, ont lieu des actions analogues. „ (p. 253).

Il est certain que le sel gemme cristallise parfois de cette façon, c'est-à-dire en cubes ayant les faces creusées en forme de trémies. Il est certain aussi qu'en beaucoup de localités, on a cité des substitutions du gypse au sel gemme, formant des cubes plus ou moins déformés et atrophiés. Mais, pour le cas du bassin de Paris, l'explication ne peut pas être admise sans objection. En effet, ces corps se trouvent, entre autres gisements, dans une marne marine fossilifère. Il est difficile d'admettre qu'une faune aussi nombreuse que celle qui y est signalée ait pu vivre dans une eau assez concentrée pour laisser déposer le chlorure de sodium. Cependant, c'est une question de forme cristalline et, si ce sont bien réellement des cubes, on ne peut se refuser à l'admettre. Si, au contraire, la cristallisation accuse la forme rhombique, comme dans le bassin de l'Ebre, nous ne voyons aucune raison pour ne pas rapporter au gypse les formes cristallines que nous discutons.

C'est, du reste, ce que semble admettre M. Stanislas Meunier. En effet, le savant professeur du Muséum y revient une troisième fois, à propos des cristaux en fer de lance, des cristaux enchevêtrés et même des couches de gypse saccharoïde ou grenu, dont la présence ne lui paraît pas, avec raison, compatible avec la théorie qu'il

adopte pour la formation des marnes et du gypse lui-même, et qui est celle du charriage. Il arrive à conclure que ces cristaux, n'ayant pu être entraînés, se sont formés à la place même où on les retrouve. Il rappelle les résultats obtenus par M. Henri Sainte-Claire Deville qui a vu, sous l'influence d'alternatives de température, un précipité amorphe se transformer en une poudre cristallisée. “ Rien ne prouve, ajoute-t-il, qu'au moment de son dépôt, cette substance (le gypse) n'était pas complètement terreuse, peut-être même mélangée dans certains cas avec des marnes qui s'en seraient séparées peu à peu à la faveur d'un mouvement intestin. Une foule de faits de la géologie doivent s'expliquer d'une manière analogue, et peut-être, entre autres, *la présence des empreintes de trémies* qui nous a déjà occupé dans les marnes du gypse. „ Abstraction faite de la substance cristalline, c'est bien là l'explication du fait. Il y a eu séparation, au sein même de la substance sédimentaire, aussi bien pour les cristaux du bassin de l'Èbre que pour ceux du bassin de Paris.

Reprenons maintenant la comparaison que nous avons commencée des gypses de ces deux bassins. Jusqu'à présent nous n'y avons vu que des points de contact, toute proportion gardée bien entendu. La grande différence qui les sépare réside dans le grand nombre de lits coquilliers, ou plus généralement, fossilifères, qui se remarquent dans le bassin de Paris. Il est même probable, comme nous l'avons dit, que dans la formation gypseuse proprement dite du bassin de l'Èbre, il ne s'en rencontre pas du tout, les fossiles signalés dans la région appartenant aux calcaires et marnes supérieurs.

Nous trouvons une autre différence en ce que les fossiles du bassin de l'Èbre appartiennent tous à des faunes terrestres ou d'eau douce, tandis que ceux de

l'étage du gypse parisien, beaucoup plus abondants et plus variés, appartiennent à toutes les faunes, terrestres, d'eau douce, d'eau saumâtre et marine. On les rencontre généralement en lits assez minces, quelquefois assez rapprochés, le plus souvent séparés par des épaisseurs considérables sans fossiles. Ces gisements paraissent être localisés dans des zones relativement peu étendues, et des couches, fossilifères en certains points, ne le sont pas en d'autres. Quelques bancs sont signalés comme renfermant des coquilles brisées, indice certain d'un dépôt de rivage.

Toutes ces particularités indiquent des états très temporaires, de nombreuses intermittences dans la vie organique, et accusent de nombreux changements dans le régime des eaux marines et des eaux douces. Chose remarquable, ce sont les bancs peu ou pas fossilifères qui semblent montrer le plus de constance et de continuité. Tels sont les bancs de gypse qui, quand ils renferment des coquilles ou même d'autres corps organisés, ne peuvent les devoir qu'à des causes purement accidentelles, hormis un cas particulier que nous examinerons plus loin.

Avant cela, jetons un rapide coup d'œil sur la stratigraphie générale du dépôt. Cette stratigraphie avait déjà été très bien établie par Prévost et Desmarest, et complétée par Alex. Brongniart. Malheureusement les gisements où ils avaient trouvé leurs types, les buttes Montmartre et les buttes Chaumont, ne sont plus guère favorables aux observations. Néanmoins on les retrouve assez bien dans les autres points de la formation gypseuse, et, de plus, des observations ultérieures sont venues y ajouter un nombre assez grand de niveaux fossilifères que ces géologues n'avaient pas signalés.

A Montmartre la formation entière a une puissance de près de 53^{m}. Elle est surmontée de couches de 30^{m} de puissance formées de grès et sables quartzeux à faune marine qui n'en font pas partie et que l'on rapporte à l'étage des sables de Fontainebleau, base des terrains miocènes dans le bassin de Paris. Elle repose sur d'autres grès et sables à faune également marine appartenant à l'étage de Beauchamps, avec interposition, en certains points, de l'assise importante du calcaire d'eau douce de St-Ouen.

Ainsi limitée, elle se divise en deux assises : Les *marnes supra-gypseuses* et la *formation gypseuse* proprement dite. Voici comment M. de Lapparent les subdivise d'une façon générale [1] :

Marnes supra-gypseuses.	11. Marnes blanches de Pantin à *Limnea strigosa.*
	10. Marnes blanches pyriteuses.
Formation gypseuse.	9. *Première masse* ou Haute masse du gypse.
	8. Marne à ménilite (*Silice concrétionnée en rognons*).
	7. Marne à rognons de gypse en fer de lance.
	6. *Deuxième masse* du gypse, avec marnes à *Cérithes.*
	5. Marne jaune à *Lucina inornata.*
	4. *Troisième masse* du gypse.
	3. Marnes à *Pholadomya Ludensis.*
	2. *Quatrième masse* du gypse.
	1. Grès et sables verdâtres d'Argenteuil à *Mytilus Biochei.*

Nous allons dire quelques mots de ces différentes subdivisions.

[1] *Loc. cit.*, p. 999.

Les *marnes supra-gypseuses* ne sont pas entièrement d'eau douce, comme tiendrait à le faire croire la façon dont elles sont présentées plus haut. Si nous nous en rapportons aux coupes relevées par les anciens auteurs et reprises par M. Stanislas Meunier, nous voyons, au contraire, que l'assise commence par une couche à *Ostrea linguatula* avec des débris d'autres coquilles.

Un peu plus bas, se voit une première couche renfermant des nodules calcaires d'eau douce à *Paludina thermalis ;* en dessous recommencent immédiatement les *O. linguatula* mais pour disparaître rapidement. Cette couche d'eau douce est évidemment un accident local dans le dépôt marin. D'autres huîtres se montrent bientôt (*Ostrea canalis*), de sorte que, d'après Brongniart, cette partie supérieure de l'assise serait caractérisée par la présence des huîtres et la rareté des univalves.

Nous trouvons en dessous ce que le même auteur appelle les marnes à Cythérées, mais on y trouve beaucoup d'autres fossiles marins, entre autres des Gastéropodes. Dans les couches à Cythérées est intercallé un banc remarquable de marnes vertes, de 4 mètres de puissance, horizon précieux par sa continuité. Immédiatement en dessous du dernier banc à Cythérées se montrent les premiers indices de gypse, en zones alternant avec des zones de marne calcaire.

C'est vers ce niveau que MM. Vasseur et Carez ont signalé à Essonne, près Corbeil, une faune d'eau saumâtre (*Cyrena convexa*, *Psammobia plana*, *Cerithium plicatum*, *etc.*). Cette assise d'eau saumâtre, absente à Montmartre, constitue peut-être la transition avec les *marnes à Limnées* signalées dans cette dernière localité, et dont la faune s'est aussi retrouvée et a été étudiée d'une manière beaucoup plus complète à Essonne par les

mêmes géologues. Ils y ont reconnu, entre autres espèces: *Limnea strigosa*, *Planorbis planatus*, *Bithinia Duchasteli*, et des graines de *Chara*.

Depuis cette couche jusqu'à la base de l'assise, on ne signale plus de fossiles à Montmartre sur une épaisseur de marnes de plus de 6^{m},40, renfermant quelques indices de gypse. Mais à Essonne, tout à fait à la base, MM. Vasseur et Carez indiquent également des *marnes bleues* dont les fossiles paraissent appartenir à une faune d'eau douce.

La *première masse* a un tout autre caractère. Nous n'y trouvons plus d'indices ni de faune marine ni de faune d'eau douce. Sur une puissance de 20^{m} environ, on distinguait, à Montmartre, des bancs de gypse marneux avec des bancs de marnes argileuses, mais très souvent calcaires à la partie supérieure. Les 15^{m} de la partie inférieure constituent ce que les ouvriers appellent *haute masse* et qu'ils distinguent en plusieurs bancs souvent marneux, de texture généralement saccharoïde, renfermant quelquefois des lits de silex sphéroïdes ou ellipsoïdes aplatis.

Quelques assises se divisent en prismes verticaux que les ouvriers nomment les *hauts piliers* et les *noirs piliers*. Cela est probablement dû à une dessication produite pendant une émersion momentanée de toute la masse et qui donne lieu à des fissures de retrait se propageant de proche en proche et produisant une structure columnaire analogue à celle du basalte. C'est aussi à de semblables émersions que l'on doit les empreintes de pieds d'animaux reconnues par M. Desnoyers à cinq ou six niveaux différents. Les eaux y étaient peu profondes et sujettes à de fréquents changements de régime.

On a trouvé, dans la première masse, des coquilles terrestres ou d'eau douce, mais tellement rares qu'on ne

les cite pas par espèces, mais par individus (*Cyclostoma mumia*, *Helix Heberti*, *Planorbis*...).

C'est dans cette première masse, par contre, que se trouve cette faune de vertébrés, étonnante par le nombre et la variété de ses types, dont l'étude et la restauration ont fait la gloire de Cuvier et ont été l'origine de l'anatomie comparée. C'est cette abondance exceptionnelle d'ossements et souvent de squelettes entiers qui fait reconnaître l'assise dans les autres points du bassin de Paris. C'est donc une spécialité de l'assise même.

La *seconde masse* paraît être une alternance de bancs de gypse grenu et cristallisé et de bancs de marnes, sur une épaisseur de 8 à 10 mètres, les marnes dominant dans la partie supérieure, les gypses dans la partie inférieure. On n'y a signalé aucune coquille à Montmartre ; mais à Argenteuil et à Romainville, M. Goubert a découvert deux niveaux fossilifères, le premier caractérisé par une grande abondance de *Cérithes*, l'autre par de nombreux *Corbules*.

La *troisième masse* a 10 à 11 mètres d'épaisseur à Montmartre. C'est une alternance de couches analogues à celles de la seconde masse, mais les niveaux coquilliers y sont plus fréquents, même à Montmartre. Le premier est un lit de coquilles brisées, ce qui, joint à la structure prismatique qui s'y retrouve, indique un dépôt de rivage et une période d'émersion. Le second est remarquable par les nombreuses coquilles marines à l'état de moules, et par les formes cristallines à pyramides opposées au sommet que nous avons décrites. Le troisième est constitué par deux bancs de calcaire grossier, séparés par un banc de gypse impur, renfermant tous trois des fossiles marins. Nous aurons l'occasion d'y revenir. Au-dessus, il y avait une couche à végétaux marins *(Fucus)*. C'est vers le bas de la série que se place la marne marine à

Pholadomya Ludensis qui ne se montre pas à Montmartre, mais qui est très fossilifère à Argenteuil.

La quatrième masse n'a été signalée ni aux buttes Montmartre ni aux buttes Chaumont. Cependant, M. Hébert avait constaté, dans l'enceinte même de Paris, la présence d'une couche à fossiles marins de la faune de Beauchamps, superposée au calcaire de St-Ouen et établissant le synchronisme. Elle a été reconnue à Argenteuil où l'on y distingue deux bancs principaux d'un gypse assez pur, et plusieurs couches de marne avec quelques cristaux de sélinite et des rognons de sulfate de chaux réniforme. Ils sont superposés aux grès et sables verdâtres infra-gypseux d'Argenteuil à nombreux fossiles marins : *Lucina Saxorum*, *Mytilus Biochei*, *Cerithium* (plusieurs espèces), etc.

C'est dans cette quatrième masse que M. Carez a rencontré, à Château-Thierry, des vestiges d'une faune d'eau douce, ou du moins un mélange de coquilles marines et de coquilles d'eau douce *(Planorbis spiritoides, Bithinia pygmea)*, et un peu plus bas, un calcaire siliceux à *Limnea longiscata*.

Nous croyons devoir arrêter ici cette description des assises gypseuses du bassin de Paris. Elle est forcément incomplète, mais les traits principaux y sont. Les problèmes qu'elles ont soulevés et dont la solution, comme dit M. St. Meunier, est loin d'être maintenant acquise, peuvent, comme pour les couches du bassin de Saragosse, se résumer de la manière suivante : Quelle est l'origine du gypse et dans quelles eaux le dépôt s'est-il effectué ?

Dans les deux gisements remarquables que nous avons examinés, celui de Stassfurt et celui de la vallée de l'Èbre, nous avons reconnu que le gypse ne pouvait guère provenir que des eaux de la mer, et qu'il s'y trouvait à la suite d'une précipitation par concentration.

Les couches de sel gemme et autres sels solubles nous en étaient des preuves suffisantes. Or, le sel gemme n'existe pas dans le bassin de Paris. Doit-on rechercher pour le gypse de ce bassin une origine différente, ou n'y voir également qu'un dépôt de précipitation dans des eaux-mères dont le degré de concentration n'aurait pas été suffisant pour précipiter le sel marin [1] ?

Nous allons reprendre ici certains points de la question que nous avons réservés.

Pour des motifs que nous n'avons fait qu'indiquer et quel que soit l'intérêt qu'ils offriront toujours au point de vue paléontologique, nous ne devons tenir aucun compte des nombreux débris de vertébrés terrestres et d'eau douce qui, malgré leur abondance, ne se trouvent qu'accidentellement dans les gypses. Selon nous, ces débris ont été charriés par des cours d'eau qui les amenaient, soit directement dans la lagune, soit dans la mer voisine, d'où ils étaient refoulés dans la lagune lors de la

[1] Nous n'avons pas la prétention d'avoir lu tout ce qui a été écrit sur cette intéressante question. La théorie de la concentration est déjà ancienne et provient, probablement, de l'observation attentive des phénomènes qui se passent dans les marais salants, fort multipliés, comme on sait, le long des rivages de la Méditerrannée. Aussi est-ce sans étonnement, mais avec une grande satisfaction, que nous sommes tombés, pendant la correction de nos épreuves, sur une communication faite à la Société géologique de France en 1868, par M. Dieulafait qui, comme on sait, habitait le Midi. Nous en extrayons le passage suivant :

« Quand on examine les gypses de Roujan, ceux de la Defriche, ceux de l'Aveyron, etc., on constate une superposition si régulière de différentes assises, on voit une si grande identité entre les dépôts gypsifères (à part la composition, bien entendu) et les bancs de grès auxquels ils succèdent et avec lesquels ils alternent souvent, qu'il est impossible, à l'Ouest du Rhone, de se faire, sur leur origine, une autre opinion que celle qui tend de plus en plus à prévaloir : Les gypses de la période secondaire ont été déposés, à une époque coïncidant exactement avec celle des dépôts aux milieux desquels ils reposent, par l'évaporation des eaux de la mer. » (*Bulletin de la Société Géologique de France. Réunion extraordinaire à Montpellier, du 11 au 20 octobre 1868*, p. 970.)

marée montante par les canaux d'alimentation. Les animaux ont dû y arriver en entier, grâce aux gaz produits par une première décomposition et qui leur permettaient de flotter. C'est ce qui explique pourquoi ces nombreux ossements, souvent réunis en squelettes entiers, n'indiquent aucun remaniement après la mort. Les parties les plus délicates s'y sont très bien conservées, et l'on sait que leur restauration, facilitée par cette circonstance, a contribué pour beaucoup à la gloire de l'illustre naturaliste Cuvier.

On a, il est vrai, expliqué leur présence d'une autre façon. Ces animaux arrivaient d'eux-mêmes au lac d'eau douce, a-t-on dit, comme à un immense abreuvoir ; souvent ils y perdaient pied et s'y noyaient. De tels accidents sont fort peu probables : les animaux à l'abreuvoir ne s'exposent pas à perdre pied, et quand cela leur arrive, ils savent très bien regagner la rive en nageant, dans une eau tranquille et peu agitée. N'est-il pas plus naturel d'admettre que de tels accidents leur sont arrivés le long des rivières, où la force du courant les empêchait de reprendre pied, ou bien qu'ils ont été entraînés par des inondations, comme cela se voit encore tous les jours. Tous les dépôts de rivages renfermeraient de semblables vestiges, si les eaux dans lesquelles ils se sont formés avaient été, comme celles qui ont déposé le gypse, de nature à les préserver de la décomposition organique.

Rappelons ici l'étonnement des naturalistes et des antiquaires qui s'attendaient à trouver tant de débris organiques dans la vase du lac de Haarlem, et qui n'y ont rien trouvé du tout, précisément parce que les eaux douces sont impropres à la conservation des corps organisés.

Nous ne nous arrêterons pas aux quelques coquilles

terrestres, que l'on y trouve. Comme les ossements des vertébrés, elles ont été entraînées dans la lagune et ne peuvent nous être d'aucun secours dans la recherche du mode de sédimentation des assises qui les renferment.

Tout vestige organique n'a d'importance que pour autant que l'on ait la certitude que l'animal dont il provient a vécu dans les eaux du dépôt. Il ne manque pas, dans le gypse parisien, de gisements pour lesquels cette certitude est acquise; ce sont les gisements coquilliers. Quant aux gisements de vertébrés : mammifères, crocodiles, tortues d'eau douce ou terrestres, oiseaux, etc., on n'en peut pas dire autant. Les poissons d'eau douce eux-mêmes doivent avoir été entraînés accidentellement dans la lagune salée, et avoir péri asphyxiés dans une eau contraire à leur organisation [1].

Il est probable que, quand les premières idées ont été émises à ce sujet, quand on s'est demandé pour la première fois dans quelles eaux avait eu lieu la sédimentation du gypse, on était sous l'impression des brillantes découvertes de Cuvier; on ne voyait guère que cette faune terrestre dont la restauration émerveillait les naturalistes, et l'on n'accordait qu'une attention fort peu sérieuse aux lits marneux à coquilles marines qui avaient,

[1] On connaît les célèbres gisements des gypses d'Aix en Provence, où un poisson d'eau douce (*Lebias cephalotes*) jonche certains bancs de marnes d'empreintes tellement nombreuses que l'on a dû supposer que des causes accidentelles auraient donné la mort à un grand nombre d'individus d'une façon plus ou moins subite et simultanée. Ici encore, on a eu recours à l'intérieur de la terre et à des émanations méphitiques. N'est-il pas plus simple d'admettre que le lac d'Aix, qui nourrissait cette faune d'eau douce, a pu subir des irruptions d'eau salée, qui ont immédiatement fait disparaître cette faune, et qu'il s'est changé en lagune marine où une concentration suffisante à pu donner lieu à des dépôts de gypse ? Je ne puis discuter plus au long le bassin d'Aix, que je ne connais pas, mais il me sera permis de rappeler que, antérieurement, en 1835, Brongniart lui trouvait déjà de nombreux points de ressemblance avec le bassin de Paris. Il en est de même de celui de Puy-en-Velay.

en fort petit nombre il est vrai, été signalés par Prévost et Brongniart dès 1809. On les regardait peut-être comme des faits accidentels et de minime importance, prêtant au contraire une importance exagérée aux quelques gisements marneux à coquilles terrestres et d'eau douce qui, découverts antérieurement vers le sommet de la série, semblaient donner une éclatante confirmation aux déductions tirées de la présence des grands animaux dans le gypse lui-même.

Depuis lors, de nouvelles découvertes de lits de coquilles marines sont venues prouver qu'ils sont loin de constituer des exceptions, mais qu'ils se retrouvent dans tous les étages de la formation, tandis que les lits coquilliers d'eau douce sont, au contraire, tout à fait exceptionnels et ne se rencontrent que dans quelques assises à la base et au sommet. Il résulte, en effet, de la courte description que nous venons de donner des assises du gypse, que les lits coquilliers marins sont au nombre de douze ou treize, tandis que les lits coquilliers d'eau douce atteignent à peine à la moitié de ce nombre [1].

Quant aux nombreuses assises intermédiaires, marnes, calcaires ou gypse, ne contenant pas de coquilles, on n'a pas, non plus, voulu y voir des formations marines. Or, de deux choses l'une : ou la vie marine avait disparu des eaux qui déposaient ces assises intermédiaires parce que ces eaux, qui en étaient le véhicule, avaient changé de nature, étaient devenues saumâtres ou douces, et dans ce cas, on devrait y constater des indices de la vie d'eau saumâtre ou de la vie d'eau douce ; ou bien ces mêmes

[1] Je répète ici ce que j'ai dit plus haut : mes renseignements sont peut-être incomplets et les lits coquilliers pourraient bien être plus nombreux ; cependant, je pense que l'on peut admettre une certaine proportionnalité entre ces relevés et ce qui existe réellement.

eaux étaient devenues impropres à toute vie quelconque, marine, saumâtre ou d'eau douce, et nous aurions à rechercher les causes qui en avaient modifié si profondément le régime.

Il est évident que l'on ne peut pas appliquer ce raisonnement d'une façon générale, c'est-à-dire à toutes les couches non fossilifères; mais pour le gypse, toujours dans ce cas, il doit en être ainsi; cette règle est absolue, d'une façon universelle et pour tous les temps géologiques. Il faut donc que le dépôt du gypse se soit opéré dans des conditions excluant toute vie quelconque.

Ceci ne concerne évidemment que les dépôts gypseux opérés par concentration. Il n'est pas tout à fait exact de dire, avec M. St. Meunier et d'autres auteurs, que *l'hypothèse purement sédimentaire* n'est pas admissible par cette raison que des mollusques et des poissons vivaient dans les eaux où se déposaient les sédiments, eaux qui eussent été incompatibles, dit le premier, avec leur existence si on suppose ces eaux chargées de gypse (1). C'est évidemment une question de quantité, et cela pourrait se dire de toutes les eaux au sein desquelles se produit une sédimentation quelconque. Les couches de gypse ne renferment que très rarement des mollusques, et ces cas exceptionnels ne peuvent recevoir une explication satisfaisante que par l'intervention des phénomènes purement sédimentaires (2). N'oublions pas que nous nous trouvons ici en présence de dépôts de lagunes; le ruissellement sur les terres voisines émergées devait y amener parfois de grandes quantités de sédiments arrachés aux dépôts

(1) *Bassin de Paris*, p. 274. Le savant professeur n'entend évidemment pas parler ici de la précipitation par concentration, cas où sa conclusion devrait être admise.

(2) L'exemple le plus remarquable de ce fait se rencontre vers la base de la

antérieurs, et qui pouvaient consister, non seulement en marnes, calcaires et argiles, mais aussi en gypse. Il y avait des remaniements continuels le long de ces rivages. C'est ce qui se passe actuellement sur le pourtour de la mer Caspienne. La sédimentation ordinaire et la précipitation par concentration peuvent donc parfois agir simultanément ou d'une façon tout à fait isolée; et si la précipitation par concentration dans l'eau de la mer exclut toute vie organique, il n'en est pas de même de la précipitation ordinaire. Ces simples considérations expliquent bien des faits qui sembleraient anormaux et opposés à notre thèse, que l'on pourra, du reste, facilement discerner et qui, dans tous les cas, ne seront que tout à fait exceptionnels.

Voyons maintenant quelques autres hypothèses proposées pour le gypse du bassin de Paris.

Nous ne nous arrêterons pas à l'*hypothèse épigénique*. Si l'on cite des exemples, entre autres dans le silurien de l'Amérique du Nord, où les gypses résultent manifestement de l'action des sources sulfureuses sur des dépôts calcaires, ce ne peut être le cas pour le bassin de Paris. Nous ne pouvons admettre, en effet, que des sources sulfureuses aient agi de préférence sur certains bancs de calcaire et en aient respecté tant d'autres et surtout l'assise si remarquablement uniforme du calcaire gros-

troisième masse et est donné de la façon suivante par Brongniart d'après les relevés et descriptions de Desmaret.

« N° 25. *Calcaire grossier dur* (*cailloux blancs*).
Il renferme des coquilles marines. 0,16.
26. *Gypse impur compacte*,
Renfermant des coquilles marines. 0,12.
27. *Calcaire grossier tendre* (*douchet*). 0.22.

» Ces trois assises contiennent les mêmes espèces de coquilles ; ce sont des cérithes qu'on peut rapporter aux *petriculum* et *terébrale*. On y voit en creux le moule de l'extérieur de la coquille et en relief celui de l'intérieur ou du noyau ; la place de la substance même de la coquille est vide. »

sier sous-jacent qu'elles auraient cependant dû traverser.

On a donc eu recours à *l'hypothèse hydrothermale* ou à des sources amenant le sulfate de chaux tout formé de l'intérieur de la terre. C'est celle qui a été développée par M. Delesse, et elle a surtout acquis assez de faveur quand un phénomène analogue a été reconnu comme cause de la formation du terrain sidérolithique du Val de Délémont, dans le canton de Berne, en Suisse. " M. Gressly [1] a décrit des faits, dit M. Hébert [2], qui s'adaptent admirablement à cette explication; il retrouve les cheminées avec leurs parois quelquefois silicifiées, les unes remplies encore d'argile avec *du gypse*, du minerai de fer, d'autres donnant encore passage à des nappes d'eau assez considérables... Et maintenant, pour nous, qui nous sommes souvent demandé d'où venait notre gypse, il est clair que l'origine est celle qu'indique M. Gressly; seulement, moins heureux que lui, nous ne voyons pas autour de nous les cheminées qui l'ont amené. Il ne nous est pas donné, comme à Délémont, de voir des filons verticaux de cette substance traversant, de la base jusqu'au milieu, la masse des argiles sidérolithiques. Il est même certain que leur point de départ doit être à une assez grande distance du bassin où s'est effectué le dépôt. Il a bien fallu que les produits de ces éruptions boueuses fussent entraînés par des courants, pour qu'elles pussent recevoir la stratification si remarquablement régulière que l'on observe dans nos carrières, sur des étendues aussi considérables, tandis que rien de semblable n'existe à Délémont, dans le voisinage des sources, où tout devait se déposer dans un certain désordre; et c'est, en effet, ce que l'on observe. „

(1) *Mémoires de la Société helvétique des Sciences naturelles*, 1841, t. V, p. 245.

(2) *Bulletin de la Société géologique de France*, 2me série, 1855, t. XII, p. 765.

Ce que disait le savant professeur de la Sorbonne ne pouvait donc s'appuyer sur aucun fait. Que devons-nous en conclure? C'est que les sources, les cheminées ou les filons qui ont dû amener le gypse au bassin de Paris et qui n'ont pu être retrouvés n'existent pas, c'est que l'origine du gypse ne doit pas être cherchée à l'intérieur de la terre.

Certes, l'idée ne peut nous venir de nier, d'une façon générale, l'action de sources séléniteuses; bien des dépôts de sulfate de chaux n'ont pas d'autre origine; mais ces dépôts ont toujours des étendues relativement restreintes et, à ce point de vue, ils peuvent être comparés aux dépôts de tufs produits par certaines sources calcaires. Mais quand il s'agit de couches de grande étendue et de grande puissance, si remarquablement régulières, comme dit M. Hébert, telles que celles du bassin de l'Èbre et du bassin de Paris, on doit forcément recourir à une autre explication. Du reste, il en est des dépôts de gypse comme des dépôts de sel gemme; s'ils proviennent de sources séliniteuses, celles-ci doivent, à leur tour, hormis les cas de réactions chimiques, provenir de dépôts préexistants (1), et l'on ne fait que reculer la question de l'origine.

Enfin, les idées actuellement dominantes avaient déjà été produites par Brongniart. " On ne peut donc douter, disait-il, que les premières couches du gypse n'aient été déposées dans un liquide analogue à la mer, puisqu'il nourrissait les mêmes espèces d'animaux (2). Cela n'in-

(1) Telles sont celles qui sourdent actuellement en certains points des vallées parisiennes et qui empruntent leur sulfate de chaux aux couches du gypse.

(2) Quand cette idée a été émise, on ne connaissait pas encore les couches à coquilles d'eau douce signalées par M. Carez à la base du gypse, à Château-Thierry.

firme pas les conséquences qui résultent de l'observation des couches supérieures; elles ont été formées et déposées dans un liquide analogue à l'eau douce, puisqu'il nourrissait les mêmes animaux. „

Voilà, en résumé, l'opinion qui a prévalu jusqu'à présent et que renouvelle M. St. Meunier en s'appuyant sur un passage [1] très remarquable de Deshayes.

Les observations paléontologiques semblent donc conduire à deux solutions toutes différentes pour ne pas dire contraires, et elles ne pourraient être admises que si l'on adoptait, pour les deux cas, la voie de sédimentation ordinaire dont nous avons suffisamment prouvé, en thèse générale, le peu de probabilité.

En fin de compte, on en est toujours réduit à reconnaître que l'océan est le grand réceptacle du sulfate de chaux, que c'est de ses eaux que sont sortis, par voie de précipitation chimique, les premiers dépôts de cette substance, et qu'il n'y a nulle raison de refuser la même origine aux dépôts plus récents.

En effet, ce grand réceptacle est-il épuisé? On sait parfaitement que non, non seulement par l'analyse chimique de l'eau des mers, mais parce que, en certaines circonstances favorables, des dépôts de gypse s'effectuent encore de nos jours. A plus forte raison en a-t-il été ainsi à la fin de l'époque éocène.

Nous sommes donc amenés à reconnaître au gypse du bassin de Paris et, d'une façon plus générale, à tous les

[1] Voici ce passage : « Il est très intéressant de constater une fois de plus, que le gypse a commencé à se déposer dans les eaux d'une mer peu profonde dans laquelle vivaient des animaux semblables à ceux des sables moyens; la présence de ces animaux a même persévéré pendant le dépôt des premières assises du gypse » (p. 273). *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2e série, t. XXIII, p. 327. Cet illustre paléontologiste constate, de plus, que le passage de la faune des sables de Beauchamps à celle des sables de Fontainebleau s'est fait pendant le dépôt même du gypse.

bassins gypseux, la même origine qu'au gypse du bassin de l'Ebre, comme nous avons reconnu, avec plus d'évidence encore, qu'elle était celle du gypse du bassin de Stassfurt. Ce sont aussi des lagunes qui ont vu se produire les dépôts lenticulaires du bassin de Paris; seulement, la concentration n'a pas été poussée aussi loin que dans le bassin de l'Èbre, comme elle n'avait pas été poussée aussi loin dans celui-ci que dans le bassin de Stassfurt.

Tous les dépôts de saturation et de précipitation intermédiaires à ces deux extrêmes peuvent se rencontrer dans la nature et recevoir la même explication, depuis le dépôt simplement gypseux jusqu'à celui des sels de potasse et de magnésie.

La théorie peut même aller au delà. On peut retrouver, dans les bancs de marnes calcaires ou argileuses intercalaires et non fossilifères, des degrés inférieurs à la précipitation du gypse. On peut y reconnaître des indices de fluctuations successives dénotant, tantôt la concentration de précipitation du gypse, tantôt des périodes pendant lesquelles la lagune, s'étant plus ouvertement réunie à la mer libre, cette concentration s'est ralentie; et le phénomène s'accentuant, elle a pu être entièrement suspendue et remplacée par la sédimentation des marnes dans une eau, d'abord impropre à nourrir des organismes, puis susceptible de recevoir la vie [1]. Tous les bancs de marnes intercalés dans les bancs de gypse reçoivent de cette façon une explication

[1] A propos du dépôt des *Caillasses*, calcaires fragiles superposés au Calcaire grossier, et présentant une pénurie presque absolue en vestiges organisés, M. St. Meunier dit : « La mer, siège de *réactions chimiques intenses*, était devenue, sans doute, impropre à la vie. » (*Loc. cit.*, p. 193.) Et plus loin : « Il y a d'autant plus d'intérêt à insister sur ce régime spécial de la mer des Caillasses, que nous retrouverons les manifestations d'actions tout à fait

claire et satisfaisante. Depuis la base de la quatrième masse du bassin de Paris jusqu'au sommet de la troisième, ce phénomène de la rentrée de la vie dans les lagunes parisiennes s'est renouvelé sept ou huit fois, après quoi la vie a complètement disparu pour ne revenir qu'au sommet de la Haute masse.

Mais le phénomène inverse peut se produire à son tour : les lagunes, par suite de mouvements d'exhaussement et d'abaissement alternatifs ont pu se trouver fermées du côté de la mer, ou recevoir les eaux des cours d'eau dont le régime se trouvait modifié, se transformer en lacs d'eau douce ou en estuaires et nourrir des faunes appropriées à ces changements de régime. C'est principalement ce que l'on constate dans les marnes supra-gypseuses dans lesquelles le dépôt du gypse ne s'est pour ainsi dire plus opéré.

De tout ce qui précède, nous pouvons conclure que :

1° Les gypses parisiens se sont déposés dans des lagunes séparées de la haute mer par des cordons littoraux interrompus, de loin en loin, par des détroits peu profonds qui servaient à leur alimentation, soit d'une façon continue, soit à marée haute seulement. Mais ce régime, comme celui de toutes les régions littorales, lagunaires, dunales ou poldériennes, ne pouvait avoir aucun caractère de fixité. Les eaux douces, les eaux salées, avec les animaux qui leur sont propres, et les eaux tout à fait impropres à la vie, s'y disputaient un territoire litigieux, lequel pouvait même quelquefois devenir terre ferme.

comparables à une époque plus récente, c'est-à-dire à celle du gypse et des marnes vertes qui le surmontent » (p. 196).

Chacun sait que dans les marais salants, le carbonate de chaux se sépare de l'eau de mer avant le sulfate, c'est-à-dire quand celle-ci a atteint une densité représentée par 7°B.

Tous ces phénomènes ont nécessité une longue durée de temps pendant laquelle, dans la mer voisine, la faune des sables de Fontainebleau succédait à la faune des sables de Beauchamps.

2° D'une façon plus générale, et sauf de très rares exceptions toujours discernables à leur manière d'être et à leur peu d'étendue, tous les dépôts gypseux, qu'ils soient ou non accompagnés de sel gemme, et quelle que soit la formation géologique dans laquelle on les rencontre, sont dus à des eaux marines, dont des circonstances spéciales ont provoqué, par évaporation atmosphérique, la concentration à un degré suffisant pour amener la précipitation du gypse.

REPRODUCTION DE LA NADORITE

Relation entre la forme orthorhombique de cette espèce et le cube

PAR

G. Çesàro.

La Nadorite, d'après une analyse de M. Pisani, a pour formule $PbSbClO^2$. Cette formule peut se décomposer en $PbO + SbOCl$; ce dernier corps est l'oxychlorure d'antimoine, qui se précipite lorsqu'on traite le chlorure d'antimoine par l'eau froide. Dans le but de reproduire la Nadorite, j'ai chauffé sur un bec Bunsen, dans un creuset de porcelaine, un mélange formé d'1 gr. d'oxyde de plomb et de $0,^{gr}778$ d'oxychlorure. En chauffant brusquement, la fusion s'effectue très rapidement; dans mes premiers essais, j'ai obtenu comme résultat une masse ayant à peu près l'éclat et l'aspect de la Nadorite, rayant comme cette dernière le spath d'Islande, translucide et traversée par des plans brillants paraissant montrer que la matière est cristallisée. Au microscope elle paraît homogène, mais ne montre ni cristaux déterminés ni d'indice d'action sur la lumière polarisée. Comme le poids du creuset reste invariable [1], la matière a bien la constitution de la Nadorite.

[1] En fondant 3 gr. de PbO et $2,^{gr}4$ de $SbOCl$ bien secs, après fusion, le

Dans un dernier essai, ayant employé une masse plus considérable de constituants, après fusion et refroidissement, on apercevait dans le creuset brisé deux parties superposées ; la partie inférieure, parfaitement fondue, était constituée d'une matière analogue à celle que nous avions obtenue dans les essais précédents ; la partie supérieure, moins bien fondue et comme scoriacée, était criblée de vacuoles. Une coupe, faite par notre collègue M. Destinez dans cette préparation, m'a enfin montré les cristaux de la Nadorite, biréfringents et entremêlés comme les cristaux naturels ; de plus, j'ai observé dans cette préparation, très fréquemment, la macle orthogonale caractéristique, macle dont il sera parlé plus loin. Comme dans la lame mince que je vous montre on aperçoit de nombreuses vacuoles, j'en ai conclu que la coupe avait été faite dans une portion de matière provenant de la partie supérieure et que, par conséquent : " la Nado-
„ rite prend naissance lorsque l'oxyde de plomb et
„ l'oxychlorure d'antimoine réagissent à une tempé-
„ rature proche du point de fusion du mélange, sans que
„ ce point soit dépassé. „

Mais que représente alors le produit obtenu dans les premiers essais ainsi que dans la partie inférieure de la dernière préparation ? Il se pourrait que ce soit là une Nadorite cubique ; la matière paraît, en effet, cristallisée

creuset avait perdu 0,gr015. Cette perte est insignifiante ; elle est due au petit excès (0gr,066) de *SbOCl*, qui se décompose en chlorure et oxyde :

$$3\ SbOCl = Sb^2O^3 + SbCl^3.$$

Disons ici, en passant, que lorsqu'on fond de l'oxychlorure d'antimoine dans un creuset muni de son couvercle, l'oxyde d'antimoine, qui reste comme résidu après quelques heures de chauffe, se présente sous forme d'aiguilles allongées (valentinite). Cependant on rencontre parfois parmi ces aiguilles de petits octaèdres de Senarmontite nettement visibles à la loupe. Il se dépose en outre, contre le couvercle, des cristaux sur lesquels je reviendrai prochainement.

quoique inactive sur la lumière polarisée ; je compte revenir sur ce point après avoir examiné ce qui se passe lorsqu'on fond de la Nadorite naturelle.

Pour le moment, je vais montrer que le changement de la Nadorite orthorhombique en Nadorite cubique pourrait s'effectuer avec la plus grande facilité ; il suffirait que, par l'action de la chaleur, les paramètres du prisme orthorhombique éprouvent une légère modification.

Par des mesures prises sur des cristaux décrits dans le *Bulletin de la Société française de Minéralogie* (tome XI, page 44), j'ai trouvé que les dimensions du prisme primitif de la Nadorite pouvaient s'exprimer approximativement par :

$$d : D : h = 1 : \sqrt{2} : \sqrt{2};$$

ce prisme est représenté à droite dans la fig. 1. Représentons à gauche le prisme à base rectangle obtenu en menant par les arêtes h et g les plans h' et g' tangents à ces arêtes ; menons aussi le plan $M\,K\,L\,N$. Dans le parallélipipède $L\,E$, traçons dans la face $B\,L\,N\,F$ les diagonales $B\,N$ et $L\,F$; opérons de même dans la face $A\,K\,M\,E$ et joignons les points α et β ainsi obtenus ; on aura : $\alpha\,\beta = A\,B = 1$; de plus, le carré $B\,L\,N\,F$ ayant pour côté $\sqrt{2}$, sa diagonale sera 2 et par conséquent : $\alpha\,L = 1$; construisons de même dans le parallélipipède $M\,C$ la droite $\gamma\,\delta$; remarquons enfin que $\alpha\,\bar{L}\,N = \gamma\,\bar{L}\,N = 45°$, de sorte que l'angle $\alpha\,L\,\gamma$ est droit. Il suit de ce qui précède que la figure $\beta\,K\,\delta\,M\,\alpha\,L\,\gamma\,N$ est un cube. Il est facile de voir à présent que les faces du prisme primitif, ainsi que celles que nous avons observées dans les cristaux qui ont servi à la détermination de ce dernier, ont des notations très simples lorsqu'on les rapporte au cube.

La face m du prisme, représentée par le plan $K\,C\,G\,M$,

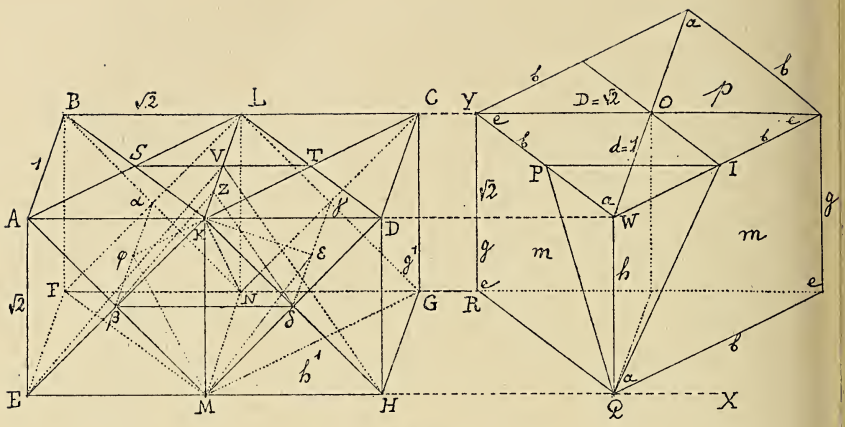


Fig. 1.

passant par deux arêtes opposées du parallélipipède *M C*, passe évidemment par le centre de ce solide, centre qui est situé au point ε, milieu de la droite γ δ. La face en question coupe donc le cube suivant le triangle *M K* ε; elle résulte donc d'une modification de l'angle δ, coupant deux arêtes δ *K* et δ *M* et la moitié de la troisième arête γ δ; elle appartient donc à la forme que l'on désigne par a^2.

Les clivages de la Nadorite sont parallèles l'un à h^1 (très facile), les autres (assez difficiles) respectivement à *p* et à g^1. Ces trois clivages ont des significations très simples lorsqu'on les rapporte au cube. Le clivage h^1 est la face du cube; le clivage *p* représenté par le plan *A B C D*, passe par *K L* et est également incliné sur les faces *L* β et *L* δ; elle constitue donc la troncature b^1 de l'arête *K L*, c'est-à-dire que c'est une face du rhombo-dodécaèdre. Enfin, le clivage g^1, représenté par le plan *K L N M*, parallèle à l'arête γ δ, est aussi également incliné sur les faces du cube qui se coupent suivant cette arête; c'est donc aussi une face du rhombododécaèdre.

Quant aux faces $b^{\frac{1}{2}}$ et $a^{\frac{1}{2}}$ présentées par les cristaux qui ont servi à la détermination du prisme primitif (voir fig. 3), elles ont aussi des notations très simples lorsqu'on les rapporte au cube. La face $b^{\frac{1}{2}}$ résulte d'une troncature parallèle à l'arête $W\,Y$ (fig. 1) et coupant d'un côté un segment $W\,Q$ égal à la hauteur, de l'autre un segment $W\,I$ égal à la moitié de l'arête basique b. Ce plan est donc déterminé par les droites parallèles $O\,I$ et $R\,Q$; si nous nous portons vers la gauche du dessin, nous voyons que les droites que nous venons de nommer répondent respectivement à $L\,D$ et $M\,F$; le plan $b^{\frac{1}{2}}$ est donc représenté par le parallélogramme $F\,L\,D\,M$; or, ce plan passant par deux arêtes opposées du cube ($L\,\alpha$ et $\delta\,M$) constitue une troncature droite de l'arête $K\,\beta$ et représente donc encore une face du rhombododécaèdre.

Enfin la face $a^{\frac{1}{2}}$ constitue une troncature de l'angle W, représentée par le triangle $P\,I\,Q$; ce plan vient couper le plan de la base inférieure suivant une droite $X\,H$ parallèle à $P\,I$; on peut donc le déterminer par l'ensemble des deux dernières droites, ou, en se reportant vers la gauche du dessin, par les droites $S\,T$ et $E\,H$, ou, enfin, par les trois points V, E et H. La face $a^{\frac{1}{2}}$ est donc représentée par le triangle $E\,V\,H$; mais, si l'on fait mouvoir ce triangle parallèlement à lui-même jusqu'à ce qu'il passe par la droite $\beta\,\delta$, il viendra en $\beta\,\delta\,Z$, la droite $\delta\,Z$ étant parallèle à $V\,H$; or, comme δ est le milieu de $K\,H$, Z sera le milieu de $V\,K$, c'est-à-dire que $K\,Z$ sera le quart de l'arête $K\,L$ du cube, de sorte que la face $\beta\,\delta\,Z$ sera représentée par a^4.

Il est curieux d'observer que dans les cristaux qui ont servi à la détermination du prisme primitif (fig. 3), toutes les faces du rhombododécaèdre se trouvent représentées, huit par l'octaèdre $b^{\frac{1}{2}}$, deux par les faces g^1 et deux par le clivage p.

Pour s'imaginer facilement la relation de ces cristaux avec le cube, il suffit de considérer un rhombododécaèdre appuyé sur une table par une de ses faces et tournant vers le spectateur un angle à 4 faces : la face reposant sur la table et sa parallèle constituent les bases p, les faces latérales placées de profil devant le spectateur constituent g^1, les deux angles à 4 faces dont l'un est placé devant le spectateur constituent l'octaèdre $b^{\frac{1}{2}}$ (1).

Il me reste à dire quelques mots d'une macle caractéristique de la Nadorite, macle que j'ai d'abord observée dans les cristaux naturels et que j'ai ensuite retrouvée dans les cristaux artificiels.

Je rappellerai d'abord qu'une droite est appelée axe de symétrie de l'ordre n d'un certain polyèdre, lorsqu'en faisant tourner ce dernier d'un $n^{\text{ième}}$ de circonférence autour de la droite, le polyèdre prend une position identique à celle qu'il occupait avant la rotation. Ainsi, en faisant tourner un prisme à base carrée autour de la droite qui joint les centres des deux bases, on voit qu'après $^1/_4$ de tour le solide prend une position identique à la position primitive; on dit que la droite en question est un axe de symétrie de l'ordre 4, ou quaternaire.

Si, au contraire, on faisait tourner un prisme droit à

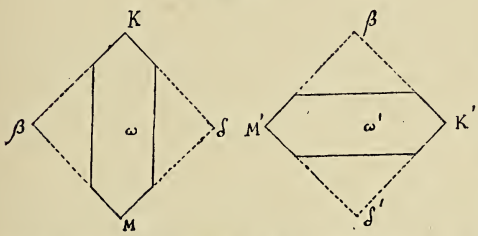
(1) Octaèdre, dont les sommets culminants auraient été tronqués par les clivages p.

base rhombe autour de la droite qui joint les centres de ses bases, on verrait qu'un $^1/_4$ de tour ne suffit pas pour faire retrouver l'ancienne position, que celle-ci n'est restituée qu'après rotation d'un $^1/_2$ tour; la droite en question est donc un axe de symétrie de l'ordre 2 ou binaire [1].

M. Mallard a fait observer que, dans les groupements cristallins, la nature paraît tendre à obtenir une symétrie d'un ordre plus élevé que celle dont jouit chaque individu; c'est ainsi que dans la série des carbonates orthorhombiques, dont les prismes primitifs sont caractérisés par un angle voisin de 120°, les cristaux se groupent autour de la verticale de manière à imiter des prismes hexagonaux; l'axe vertical de chaque individu ne jouit que de la symétrie *binaire*, tandis que, dans l'ensemble, cet axe a une symétrie de l'ordre *six*.

C'est de la même façon que l'on explique les macles orthogonale et oblique de la staurotide (*Bull. de la Soc. franç. de Min.*, t. X, p. 244).

Fig. 2.

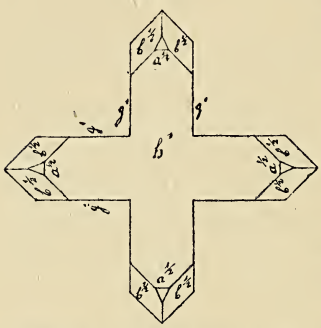


Revenons à la Nadorite. Si nous considérons (fig. 1 et 2) la face du cube $\beta K \delta M$, l'axe ω jouirait d'une symétrie de l'ordre 4, si les angles β, *K*, δ et *M* étaient de même espèce; en réalité deux sont tronqués par les faces *m* du prisme rhombique et deux ne le sont pas, de sorte que l'axe ω n'a plus qu'une symétrie de l'ordre 2, vu qu'il

[1] Naturellement, un axe quaternaire est aussi un axe binaire, tandis que l'inverse n'a pas lieu; c'est-à-dire que la symétrie de l'ordre 4 représente une symétrie plus parfaite que celle de l'ordre 2.

faut faire tourner la figure d'un $^1/_2$ tour, pour obtenir une position identique à la primitive. Mais, si nous considérons un cristal analogue ω' et que nous groupions les cristaux ω et ω' à angle droit, comme l'indique la fig. 3, on voit qu'il suffit de $^1/_4$ de tour pour obtenir la restitution, et que, par conséquent, la symétrie est redevenue de l'ordre 4.

Fig. 3.



En partant de cette idée, j'ai cherché à trouver de ces macles orthogonales dans les échantillons qui m'avaient servi à la détermination du prisme primitif; après quelques recherches, je me suis aperçu que beaucoup de cristaux présentaient la macle en question, qu'elle se répétait même très souvent, mais qu'en général l'enchevêtrement des cristaux rendait le groupement difficile à saisir (1). J'ai trouvé cependant quelques macles remarquablement nettes (2). La fig. 3 représente une de ces macles orthogonales.

J'ai retrouvé cette macle dans les cristaux artificiels de Nadorite; elle est très fréquente dans la préparation que je vous montre au microscope; dans le voisinage

(1) La staurotide est, pour ainsi dire, isomorphe avec la Nadorite; on peut aussi la rapporter à un prisme orthorhombique de rapports paramétriques $1 : \sqrt{2} : \sqrt{2}$ (*Bull. Soc. franç. de Min.*, loc. cit.). Les macles si connues de la staurotide ont un agencement identique à celui que nous étudions dans la Nadorite. La staurotide montre en outre une macle oblique dont la raison se trouve aussi dans la loi de M. Mallard; elle s'effectue par une rotation de 120° autour de la diagonale *K N* du cube (fig. 1), diagonale qui est un axe ternaire. Il est très probable que la Nadorite présente aussi ce genre de groupement, mais l'enchevêtrement des cristaux ne m'a pas permis, jusqu'à présent, de le saisir.

(2) La plus belle se trouve au Musée de l'École des Mines de Paris.

d'une des cavités signalées plus haut, vous pouvez voir deux longs cristaux se coupant à angle droit; je place ces cristaux de façon que leurs longues dimensions soient bissectrices des angles des fils du réticule; entre les nicols croisés, vous les apercevez vivement colorés.

Liége, le 29 décembre 1888.

DÉMONSTRATION ÉLÉMENTAIRE

DE LA

relation qui existe entre les caractéristiques de quatre faces appartenant à la même zone et les angles que ces faces font entre elles,

Par G. Cesàro.

Il existe entre les caractéristiques de quatre faces appartenant à la même zone et les angles que ces faces font entre elles, une relation qui permet, par exemple, de calculer le symbole de l'une de ces faces lorsqu'on connaît les symboles des trois autres et les angles que les quatre faces font entre elles, et cela sans recourir aux éléments qui déterminent le système d'axes coordonnés (1).

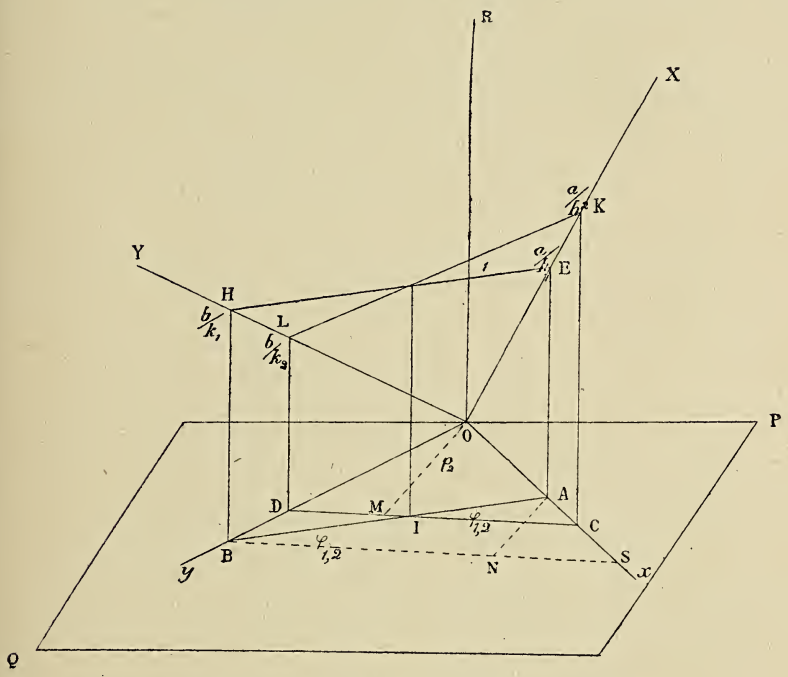
J'ai trouvé que cette relation peut se démontrer par plusieurs méthodes absolument élémentaires; je vais exposer ici celle qui me semble la plus claire.

Soient OR l'axe de zone, PQ un plan qui lui est perpendiculaire, Ox et Oy les projections sur ce plan de deux axes coordonnés (OX et OY); soient $ABHE$ $(h_1k_1l_1)$ et $CDLK$ $(h_2k_2l_2)$ deux faces de la zone considérée, c'est-à-

(1) Voir Miller (*Traité de cristallographie*. Trad. franç de H. de Senarmont, page 17) et Mallard (*Cristall.*, tome 1, page 32).

dire deux faces parallèles à OR et, par conséquent, perpendiculaires à PQ; désignons par $\varphi_{1,2}$ l'angle AIC qu'elles font entre elles. Soit $OM = p_2$ la perpendiculaire menée de l'origine sur la face $h_2k_2l_2$; traçons BS parallèle à DC et AN perpendiculaire à BS.

On a : $AN = AB \sin \varphi_{1,2}$.



Les triangles semblables ANS, OMC donnent :

$$\frac{AN}{p_2} = \frac{AS}{OC} = \frac{OS}{OC} - \frac{OA}{OC}$$

Or :

$$\frac{OS}{OC} = \frac{OB}{OD} = \frac{OH}{OL} = \frac{k_2}{k_1} \quad \text{et} \quad \frac{OA}{OC} = \frac{OE}{OK} = \frac{h_2}{h_1}.$$

Donc :

$$\frac{AB \sin \varphi_{1,2}}{p_2} = \frac{k_2}{k_1} - \frac{h_2}{h_1} = \frac{h_1 k_2 - k_1 h_2}{h_1 k_1}.$$

Si, au lieu de $h_2 k_2 l_2$, on considérait la face $h_3 k_3 l_3$, on aurait de même :

$$\frac{AB \sin \varphi_{1,3}}{p_3} = \frac{h_1 k_3 - k_1 h_3}{h_1 k_1};$$

puis, en divisant membre à membre les deux dernières équations :

$$\frac{\sin \varphi_{1,2}}{\sin \varphi_{1,3}} = \frac{p_2}{p_3} \cdot \frac{h_1 k_2 - k_1 h_2}{h_1 k_3 - k_1 h_3} \qquad (1)$$

Si à présent, au lieu de l'ensemble 1, 2 et 3, on considère les faces 4, 2 et 3, on obtient :

$$\frac{\sin \varphi_{4,2}}{\sin \varphi_{4,3}} = \frac{p_2}{p_3} \cdot \frac{h_4 k_2 - k_4 h_2}{h_4 k_3 - k_4 h_3}. \qquad (2)$$

En divisant membre à membre les équations (1) et (2), on obtient enfin :

$$\frac{\sin \varphi_{1,2} \times \sin \varphi_{3,4}}{\sin \varphi_{1,3} \times \sin \varphi_{2,4}} = \frac{(h_1 k_2 - k_1 h_2)(h_3 k_4 - k_3 h_4)}{(h_1 k_3 - k_1 h_3)(h_2 k_4 - k_2 h_4)},$$

formule qui exprime la relation dont il s'agit.

Liége, le 8 décembre 1888.

DE L'ORIGINE DES ANTHRACITES

DU

CALCAIRE CARBONIFÈRE DE VISÉ,

PAR

Max LOHEST.

On sait que dans la plupart de ses gisements, l'anthracite se présente en lits ou en couches, et alors son origine végétale est bien démontrée par sa structure ainsi que par les restes fossiles des végétaux qui l'accompagnent.

Il y a quelques années, en décrivant la remarquable structure de certaines anthracites, je rappelais que cette substance se présente à Visé sous forme de globules, de pellicules, ou de petits bâtons déposés dans des géodes, à la surface de cristaux de calcite. Je crois avoir démontré dans cette notice que la structure héliçoïdale qu'offre parfois l'anthracite, n'a rien de commun avec celle d'un organisme. Je rappellerai également que dans le cas où l'anthracite se présente sous forme de pellicules ou de globules, elle affecte alors l'aspect d'une masse fondue, à surface brillante, à cassure nettement conchoïde, aspect qu'on ne peut mieux comparer qu'à celui d'un globule de cire à cacheter noire.

Comme l'anthracite repose sur des cristaux de calcite, qu'on est en droit de considérer comme de formation postérieure à celle de la sédimentation de boue

crayeuse qui a fini par constituer notre calcaire carbonifère, il s'en suit qu'à Visé le dépôt de l'anthracite a eu lieu postérieurement à la formation des géodes à cristaux de calcite. Il n'est donc guère possible d'attribuer une origine directement végétale à l'anthracite de Visé, car il faudrait admettre que du carbone provenant de végétaux enfouis dans le calcaire, ait pu circuler dans la roche, pour venir s'agglutiner en gouttelettes sur des cristaux de calcite.

La nature étrange du gisement de ces anthracites, ainsi que leur aspect, doit avoir frappé bien des observateurs ; et je pense que M. Fr. Dewalque a émis l'idée que ce minéral de Visé pourrait bien provenir d'un hydrocarbure.

Depuis l'époque où j'ai publié quelques lignes sur cette question, j'ai recherché bien des fois l'anthracite dans nos calcaires ; mais les échantillons de Visé ne m'ont permis d'ajouter à mes observations qu'un seul fait assez intéressant, c'est que la géode à anthracite est parfois située à l'intérieur d'un fossile. Dernièrement, j'ai trouvé à Chockier, dans le houiller inférieur, un échantillon qui peut, je crois, servir à éclairer la question encore obscure de l'origine de ces anthracites.

Le spécimen que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux des membres de la Société [1], est une *Goniatites diadema* brisée transversalement en deux parties. On peut voir qu'elle présente deux petites géodes situées à l'intérieur du dernier tour de spire de l'animal. Dans l'une des géodes, on aperçoit une substance d'aspect cireux, jaune verdâtre, très tendre, que je rapporte provisoirement à de la Hatchettite, et qui se présente en lamelles disposées

[1] Cet échantillon fait actuellement partie des collections minérales de l'Université de Liége.

à la surface de petits rhomboèdres de calcite. Dans l'autre géode, on distingue, occupant une position analogue à celle de la Hatchettite, de petites paillettes noires, longues d'un millimètre, très brillantes. Ces paillettes sont insolubles dans les acides ; examinées au microscope, elles paraissent parfaitement opaques malgré leur faible épaisseur, leur surface présente de petites boursouflures comme les paillettes d'anthracite de Visé. La résistance à l'écrasement est aussi la même, et malgré la petitesse des échantillons, je pense qu'on ne peut guère douter qu'on est bien en présence de minéraux identiques.

Cette similitude de conditions de gisement constitue, je pense, une forte présomption en faveur de l'hypothèse, qui assignerait une même origine aux hydro-carbures et aux anthracites qu'on rencontre dans les géodes. Dans cette manière de voir on expliquerait aisément le passage de l'hydrocarbure à l'anthracite, par suite de la disparition de l'hydrogène due à une oxydation lente. On connaît d'ailleurs des exemples d'oxydation lente chez les hydrocarbures, et on admettra aisément, pour le cas que nous étudions, que cette oxydation ait pu se produire plus rapidement dans une géode que dans l'autre.

L'hypothèse que nous venons d'exposer rendrait compte non seulement de la forme et de l'aspect des globules d'anthracite, mais permettrait d'expliquer certaines particularités de sa structure.

Sur un échantillon provenant de Visé, conservé dans les collections minérales de l'université de Liége (n° 21), l'anthracite se présente en lamelles empilées comme on en observe chez les micas chez certaines variétés d'oligiste et également chez des hydrocarbures. Ces lamelles sont flexibles et élastiques et si l'on n'était en présence

d'anthracite, on n'hésiterait guère sur la nature cristalline de la substance.

Dans l'étude que j'ai faite de la structure héliçoïdale de l'anthracite de Visé, j'ai été amené pour plusieurs motifs à la considérer comme une cristallisation imparfaite du carbone. C'est encore, je crois, l'explication la plus plausible à donner à ces formes si régulières, ces cylindres dont la surface est ornée d'hélices et qui montrent en section transversale de nombreuses spirales.

Si on admet, en effet, que l'anthracite provient d'un hydrocarbure solide ou liquide, on peut penser que le départ de l'hydrogène concentrant le carbone dans la masse, place à un moment donné cet élément, dans des conditions favorables pour un arrangement cristallin de ses molécules.

Sans vouloir considérer le carbone d'un hydrocarbure comme dissous dans l'hydrogène, on peut cependant signaler l'analogie qui existerait entre le fait précédent, et celui de la cristallisation d'un sel provoquée par la concentration du liquide où il est dissous.

On peut cependant objecter que l'augmentation de la proportion de carbone chez les hydrocarbures a pour effet de diminuer cette tendance à la cristallisation; mais il s'agit moins, dans le cas qui nous occupe, d'une oxydation donnant naissance successivement à une série d'hydrocarbures, que d'une modification faisant réapparaître à un moment donné, le pouvoir cristallin du carbone.

L'association des cires fossiles et des pétroles dans les mêmes gisements, la possibilité d'extraire du pétrole des produits anologues à l'ozocérite, fait qu'on attribue généralement une communauté d'origine à ces substances.

M. Briart [1] a dernièrement insisté sur l'analogie du gisement d'une huile minérale rencontrée dans le terrain houiller du Hainaut et celui de la Hatchettite du houiller de Liége.

On peut donc admettre que si les anthracites de Visé dérivent d'une cire fossile, celle-ci dérive d'un hydrocarbure liquide.

Mais on est encore loin d'être d'accord sur l'origine de ces hydrocarbures. Mendeléeff admet que le pétrole résulte de l'action de l'eau sur des métaux carburés à l'intérieur de la terre; Byasson a démontré, en effet, qu'il se formait du pétrole lorsqu'on faisait agir sur le fer un mélange d'anhydride carbonique et de sulfide hydrique. Cependant la plupart des auteurs attribuent la formation du pétrole à une décomposition lente d'organismes animaux ou végétaux. Les récentes recherches d'Engler sont favorables à l'origine animale du pétrole; M. le Dr Jorissen, agrégé spécial à l'Université, a bien voulu me communiquer à ce sujet la note suivante.

" C. Engler a dernièrement soutenu la thèse *(Berichte der deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1888, p. 1816) que les hydrocarbures qui constituent le pétrole se formaient aux dépens des matières grasses. Gottlieb, Heintz, Fremy et Berthelot avaient déjà reconnu depuis longtemps, que, dans certaines conditions, les graisses peuvent donner naissance à des hydrocarbures, observations qui ont été confirmées plus récemment par les expériences de Bolley, Cahours, Demarçay et Johnston.

Engler a constaté que si l'on chauffe à une température relativement peu élevée (350°), mais sous une forte pression (10 atmosphères), la stéarine, la palmitine et l'oléïne, dont sont essentiellement formées les diverses

[1] *Ann. Soc. géol.*, t. XV, p. CXXXV.

graisses et huiles, ces corps gras fournissent en grande quantité (60 °/₀ de la matière employée) un produit analogue au pétrole.

Il a pu retirer du pétrole préparé de la sorte, le pentane, l'hexane, l'heptane, l'octane et le nonane. C'est aux dépens des acides gras que se forment ces hydrocarbures.

Si l'on rejette l'hypothèse de l'origine minérale du pétrole, on doit naturellement admettre que ce produit provient du règne animal ou du règne végétal ; certains faits d'ordre chimique et paléontologique sont peu favorables à la théorie de l'origine végétale du pétrole ; au contraire, un grand nombre de considérations peuvent être invoquées à l'appui de la théorie d'après laquelle les hydrocarbures que nous rencontrons actuellement dans la nature, proviendraient de la décomposition de matières animales (de mollusques spécialement).

St. Hunt a signalé la présence du pétrole dans les cloisons des orthocères du calcaire de Trenton à Packenham (Canada).

On a reconnu également la présence du pétrole dans les coraux fossiles de la mer Rouge, du Canada, dans les schistes à poissons des Carpathes et dans le Muschel Kalk, etc.

Enfin, d'après Hoefer, les schistes qui, par distillation, fournissent de grandes proportions d'hydrocarbures liquides sont riches en restes d'animaux, tandis qu'ils ne montrent qu'une faible proportion de restes végétaux, de même les roches riches en végétaux fossiles ne deviennent bitumineuses que dès qu'elles sont accompagnées de fossiles animaux.

Les expériences d'Engler établissent positivement qu'il peut se former de grandes quantités d'hydrocarbures aux dépens des graisses, et cette production de

pétrole a lieu dans des conditions qui doivent se réaliser dans l'épaisseur de la croûte terrestre.

Si l'on songe que l'organisme animal renferme toujours une notable proportion de graisse et que, d'après les expériences de Gautier et Etard, la putréfaction des matières albuminoïdes donne naissance à de grandes quantités d'acides gras, on reconnaîtra que les travaux d'Engler apportent un argument puissant à l'appui de l'hypothèse d'après laquelle le pétrole et les autres hydrocarbures (ozocérite, etc.) auraient pris naissance aux dépens de matières animales. „

Je serais assez disposé, pour ma part, à admettre actuellement l'origine animale des anthracites de Visé, car elle s'accorderait assez bien avec ce que l'on peut croire aujourd'hui de la genèse de nos couches calcaires.

Les quantités énormes d'organismes qui, pendant l'époque carbonifère, sont venus mourir dans nos mers et ont accumulé leurs squelettes calcaires sur le fond de l'Océan, pendant un temps suffisamment long que pour permettre la formation des épaisses couches que nous connaissons, ne nous auraient pas seulement abandonné les débris solides de leurs enveloppes. Une certaine proportion de matière organique, provenant de l'animal lui-même, serait restée enfouie dans cette boue crayeuse qui se déposait lentement au fond des eaux.

Dans la suite, par une série de réactions qu'il nous est possible d'entrevoir aujourd'hui, si l'on pense à la pression énorme qui est entrée comme facteur dans la pétrification des boues calcaires, ces matières organiques auraient donné naissance à des hydrocarbures, d'abord liquides, puis solides, devenus enfin des anthracites.

NOTE

SUR UN FACIÈS LOCAL

DU

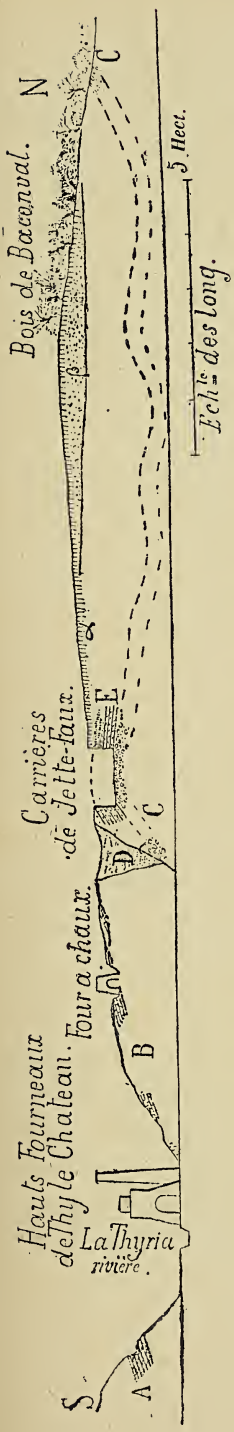
POUDINGUE DE BURNOT

PAR

L. BAYET.

Au nord du village de Thy-le-Château, de vastes carrières à pavés sont ouvertes dans des grès qui appartiennent à l'étage Burnotien et sur lesquels je crois convenable d'appeler l'attention.

En partant des usines de Thy-le-Château, on peut observer, en suivant le chemin de Nalinnes, la disposition des couches figurées au diagramme suivant :



COUPE

suivant le méridien passant par les hauts-fourneaux de Thy-le-Château.

α. Limon quaternaire.

β. Sables éocènes.

A. Schistes et calcaire Frasnien.

B. Calcaire à *Stringocephalus Burtini.*

C. Poudingue de Burnot. Le poudingue a été rencontré par les travaux d'exploitation de la minière de Thy-le-Château. Des blocs sont épars à la surface du sol près des anciennes fosses d'extraction. Il est difficilement visible au fond de la carrière de Jette-Faux, l'exploitation s'étant arrêtée au grès à gros éléments. Ce même poudingue affleure dans le bois de Baconval à 1300m au nord de la carrière de Jette-Faux.

D. *Trayen* (1) de la minière. C'est une faille qui a fait disparaître les couches à *calcéoles* et mis en contact le dévonien moyen et le poudingue de Burnot. Elle s'étend sur une grande longueur; on peut la suivre, à peu près au même niveau géologique, des bords de

(1) Les mineurs de l'Entre-Sambre et Meuse donnent le nom de *Trayens* aux gîtes de minerai de fer.

la Sambre jusqu'à l'est du village de Gourdinnes, où elle rencontre un nouvel accident stratigraphique qui rejette de 9 k^m au N, les couches dévoniennes. Ce long sillon, rempli de limonite et d'argile recouvertes de limon et parfois de sables tertiaires, a formé un gîte de contact et donné naissance aux nombreuses exploitations de minérai de fer qui ont fait si longtemps la richesse de ce pays. Ces minières sont maintenant épuisées, elles ne montrent plus que de vastes dépressions de terrain, parfois remplies d'eau, qui jalonnent à la surface du sol, la cassure souterraine.

E. Grès vert, rose et gris, pointillé de noir et exploité pour pavés dans les carrières de Jette-Faux. M. Dewalque qui a bien voulu l'étudier, a reconnu que les grains noirs sont formés de tourmaline altérée; à l'état naturel, ils semblent indéterminables, mais après avoir été traités par l'acide chlorhydrique, la structure cristalline et les autres caractères optiques permettent de les rapporter sûrement à cette espèce. Les grains de quartz sont remarquablement cristallins et la silice de formation secondaire qui les réunit, est en très petite quantité. Il renferme aussi des traces de feldspath kaolinisé. — Comme le montre la figure, l'exploitation de la grande carrière s'est faite au sommet d'une voûte formée par ces grès qui sont stratifiés en bancs de 0^m50 à 0^m80 d'épaisseur. J'ai relevé sur la paroi S de cette carrière $d^{on} = 105^o$; $i^{on} = 45^o5$ et sur la paroi N $d^{on} = 107^o$; $i^{on} = 20^o$N.

La partie supérieure de cette roche est fortement altérée et transformée en une substance argiloïde, blanche, grise et rose, blanchissant les doigts et ayant l'odeur terreuse sous l'influence du souffle. Je dois à la bienveillante amitié de notre collègue M. A. Monseu, la détermination quantitative de la composition chimique

de cette argile qui contient : silice = 70,500; oxyde ferrique = 2,375; oxyde aluminique = 16,500; oxyde calcique = 0,750; oxyde magnésique = traces; oxyde potassique = 2,416; oxyde sodique = 0,819 et des quantités subordonnées d'eau, de matières organiques, d'acide carbonique, etc. La paroi N. de la carrière montrait cette argile, recouverte de limon, sur une épaisseur de 6^{m}; elle surmontait les grès à points noirs et en avait conservé les apparences de stratification. On pouvait voir en 1887, lorsque j'ai levé la coupe précédente, en un point de cette même paroi et au milieu de la masse argileuse, une poche d'altération provenant de l'affaissement de l'argile supérieure dans le vide laissé par la décomposition souterraine du grès sous-jacent.

A sa partie inférieure, les éléments de ce grès deviennent plus gros, ils sont de la grosseur d'un pois à celle d'un grain de millet; les grains de tourmaline sont plus rares ; il renferme toujours du feldspath altéré. La roche passe donc inférieurement à l'arkose, dont quelques bancs sont visibles tout au fond de la carrière, reposant sur le poudingue C.

De la composition des grès et de l'arkose de Jette-Faux, on est en droit de conclure que ces roches se sont formées aux dépens d'un granite à tourmaline préexistant sur les rivages de l'Entre-Sambre-Meuse battus par les flots de la mer dévonienne (1).

Ces roches n'existent pas dans la coupe de la rive gauche de l'Eau-d'Heure (2), je ne les ai pas retrouvées

(1) Dans la séance du 6 septembre 1883 tenue à Givet par la Société géologique de France, lors de sa réunion extraordinaire, les éminents géologues qui ont pris part à la discussion concluent aussi à la préexistence de roches granitiques dans l'Ardenne à propos de la composition de l'arkose de Fépin. *Bulletin de la Soc. géologique de France*, 3e série, t. XI, p. 670.

(2) Compte rendu de la session extraordinaire tenue dans l'Entre-Sambre et Meuse. *Ann. de la Soc. géol. de Belgique*, tome XV, p. 37.

non plus à l'est de Thy-le-Château; il est donc probable qu'elles forment une masse locale qui n'est pas sans analogie avec celle qui existe au même niveau, à la base des schistes de Wiltz dans le bassin du Luxembourg et que M. Gosselet a décrite sous le nom de *grès de Berlé* (1).

Je crois devoir rappeler que la présence de roches tourmalinifères à ce même niveau a déjà été signalée par M. M. Lohest dans le poudingue Burnotien du Grand-Poirier près de Huy (2).

M. Malaise a aussi signalé la présence du feldspath, avec points noirs qu'il prend pour de l'amphibole dans un grès blanchâtre provenant de Rampemont (Fayt-le-Franc) (3).

(1) Gosselet. *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. XII, p. 265.
(2) *Ann. Soc. géol. de Belgique*, t. XII, p. 265.
(3) *Bulletin de l'Académie royale de Belgique*, 4e série, t. XLI, n° 2, février 1876.

LES FORMES CRISTALLINES

DE LA

CALCITE DE RHISNES

PAR

G. CESÀRO.

AVANT-PROPOS.

Nous avons présenté à l'Académie, en 1885, un mémoire sur les calcites belges, contenant notamment la description de quelques cristaux trouvés à Rhisnes, présentant pour forme fondamentale l'isoscéloèdre $L = d^1 \; \overset{1}{\overline{d}}{}^9 \; \overset{1}{\overline{b}}{}^7$. Ayant fait don de quelques-uns de ces cristaux au Musée de l'Université de Bonn, G. vom Rath, dans une lettre de remerciement, nous a écrit qu'ils constituaient une des parties les plus intéressantes du Musée, qu'il tenait le gisement de Rhisnes pour un des plus remarquables et qu'il suivrait avec grand intérêt nos recherches ultérieures. Ainsi encouragé par l'illustre minéralogiste, nous avons étudié les cristaux de Rhisnes en détail; plus de 600 kilogrammes de matière cristallisée ont été examinés, et l'étude que nous présentons aujourd'hui peut être considérée comme complète. Des formes à peine entrevues lors de notre premier mémoire, ou dont nous ne possédions que des fragments, ont été retrouvées complètes [1]; des cristaux dont les faces ternes ne permettaient que des mesures

[1] Cependant les cristaux, quoique nettement dessinés, ne sont presque jamais complets, parce qu'ils forment ordinairement des amas très complexes, dont il est difficile de les séparer sans les briser. Les isoscéloèdres se trouvent assez souvent séparés les uns des autres, mais assez rarement le cristal émerge de l'échantillon au-dessus de l'hexagone formé par les arêtes latérales du solide; il est fort rare de trouver un cristal montrant nettement ses deux extrémités.

approximatives ont été retrouvés jouissant de la limpidité et du pouvoir réfléchissant du quartz. Les cristaux les plus parfaits ont pour notation : Lp, Lpa^1, $Ld^2e^2e^3$ ou $Ld^2e^2e^3\,\Phi$ [1]. L'isoscéloèdre L se fait surtout remarquer par son abondance et par la différence de taille des individus; d'un côté on en trouve d'environ 1 millimètre, quelquefois complets et brillants; d'autre côté, on en rencontre ayant de 6 à 7 centimètres d'arête culminante. Ces grands cristaux sont ordinairement assez grossiers; cependant nous possédons un magnifique isoscéloèdre (N° 420) complet, à faces réfléchissantes, ayant 1 décimètre de hauteur; il est terminé par les faces du rhomboèdre primitif. Les petits cristaux brillants nous ont servi, par de nombreuses mesures, à nous assurer de la notation de l'isoscéloèdre.

Les assemblages à axes parallèles du gisement de Rhisnes sont surtout remarquables. Sur les sommets culminants des isoscéloèdres, qui constituent la partie primordiale du gisement, sont venus se déposer d'autres cristaux qui viennent terminer l'isoscéloèdre en s'orientant parallèlement à ce dernier. Ces cristaux sont venus se déposer à deux époques différentes ; dans la première époque, le cristal de terminaison est scalénoédrique, dans la seconde il est prismatique. Ordinairement l'isoscéloèdre se termine par un scalénoèdre qui est à son tour entouré plus ou moins par un cristal prismatique; il est excessivement rare de trouver un cristal prismatique terminant directement un isoscéloèdre, et encore, presque toujours nous sommes parvenu à apercevoir le scalénoèdre intérieur, situé entre l'isoscéloèdre et le prisme.

Outre les isoscéloèdres il y a à considérer dans ce

(1) $\Phi = d^{\frac{1}{2}}\, d^{\frac{1}{10}}\, b^{\frac{1}{15}}$

gisement une formation scalénoédrique composée essentiellement de $d^{\overline{2}}$ et de $S = d^{\overline{21}}\, d^{1}\, b^{\overline{33}}$; ces cristaux se sont formés autour d'isoscéloèdres préexistants. En général, l'isoscéloèdre n'existe plus dans cette formation ; cependant, quelquefois on aperçoit ses contours à l'intérieur grâce à une matière de couleur foncée qui s'est déposée avant la formation du second cristal ; quelquefois aussi une partie des faces de l'isoscéloèdre est visible, ayant été garantie de l'action du milieu qui a déposé les seconds cristaux par de l'argile ou par une cause semblable. Dans l'étude de ces cristaux de seconde formation, nous avons observé des faits qui nous ont amené à conclure que :

" Lorsqu'un cristal de calcite vient se former autour „ d'un cristal préexistant, en général les arêtes du pre- „ mier cristal tendent à être remplacées par des faces qui „ leur sont parallèles ; c'est-à-dire qu'une face du nouveau „ cristal est en zone avec deux faces de l'ancien. „ — Nous développerons cette loi vers la fin de ce mémoire. (Voir page 260.)

Un second gisement très restreint a été découvert depuis, à peu de distance du premier et à un niveau inférieur. L'étude des cristaux de ce nouveau gisement a été placée à part.

Dans l'étude de tous ces cristaux, nous avons rencontré une suite de formes très compliquées [1], qu'il nous aurait été facile de ramener à des zones connues, en nous contentant d'une correspondance plus ou moins approximative ; mais ce système est dangereux pour la calcite ; le réseau de ses cercles de zone est tellement serré

[1] Ce qui était à prévoir, la base de la formation étant 16.8.3, qui est déjà fort compliquée.

qu'il est facile de faire voyager un pôle d'un cercle à un autre en n'occasionnant qu'un léger dérangement ; cette tendance conduit donc à l'arbitraire. Comme un pôle est déterminé par deux angles, si trois angles mesurés concordent avec trois angles calculés, on doit considérer la notation comme exacte. Les faces très voisines sont communes dans les cristaux de seconde formation. Nous citerons comme exemple une face $v' = d^{\frac{1}{9}}\, d^{\frac{1}{3}}\, b^{\frac{1}{16}}$ très proche de $v = d^{\frac{1}{3}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{5}}$ ($\widehat{vv'} = 2°15'$) et dont nous avions admis, en hésitant, l'existence dans les cristaux du second gisement, lorsque sur certains cristaux nous avons trouvé simultanément v et v'. Nous avons d'ailleurs relaté dans notre étude tous les essais de simplification ainsi que les différentes notations par lesquelles nous sommes passé avant d'adopter la notation définitive ; ces essais seront utiles aux savants qui s'occupent des formes de la calcite et qui, comme nous, seraient tentés de simplifier les notations. D'ailleurs, comme nous pensons que l'étude que nous publions peut être utile pour la recherche de la cause à laquelle sont dus les phénomènes de cristallisation, nous avons jugé qu'il fallait relater les faits tels quels, même en les exprimant par des formules compliquées, pour qu'ils puissent servir de matériaux pour l'étude à laquelle nous faisons allusion.

NOTATIONS EMPLOYÉES. MOYEN DE CALCUL.

En supposant le rhomboèdre primitif placé de façon que l'une de ses faces supérieures se trouve devant le spectateur, nous choisissons pour axe des $+x$ la droite joignant le centre au point milieu de l'arête d antérieure qui se trouve vers la droite du spectateur, pour axe des

$+ y$ la droite analogue correspondant à l'arête d antérieure de gauche, pour axe des z la verticale [1]. Les faces supérieures du rhomboèdre primitif p seront donc désignées respectivement par 111, $0\bar{1}1$ et $\bar{1}01$. L'angle polaire φ de deux faces hkl, $h'k'l'$ quelconques est donné par la formule :

$$\cos\varphi = \frac{hh' + kk' - \frac{1}{2}(hk' + kh') + sll'}{\sqrt{h^2 + k^2 - hk + sl^2}.\ \sqrt{h'^2 + k'^2 - h'k' + sl'^2}}, \quad (a)$$

dans laquelle $s = \frac{3}{4}.\frac{a^2}{c^2} = 1{,}02764$. Nous appellerons, pour abréger, *module* de la forme hkl la quantité $m = \sqrt{h^2 + k^2 - hk + sl^2}$; cette quantité est constante pour toutes les faces d'une même forme ainsi que pour celles de la forme inverse. Une fois les modules des différentes formes connus, le calcul de l'angle de deux faces quelconques n'exige que quelques minutes ; nous avons cru donc faire œuvre utile en dressant un tableau, que l'on trouvera à la fin de ce mémoire, dans lequel se trouvent inscrits les logarithmes des modules des formes de la calcite.

Il est facile de trouver la signification géométrique de la quantité que nous avons appelée module.

" Le module d'une forme représente le rapport entre
„ les longueurs des perpendiculaires menées du centre
„ du rhomboèdre respectivement sur la face du prisme
„ $e^2 = 110$ et sur une face de la forme considérée. „

En effet, si l'on désigne par α l'angle que fait la face hkl avec $a^1 = 001$, la fig. 1 montre que la perpendiculaire menée de l'origine sur cette face est : $p = \frac{c}{l} \cos\alpha$; mais la formule (a) donne : $\cos\alpha = \frac{l\sqrt{s}}{m}$; donc : $p = \frac{a \sin 60^\circ}{m}$.

[1] C'est pour simplifier l'écriture que nous avons évité l'emploi d'une 4me caractéristique et que nous avons pris l'axe des $+ y$ en avant.

En appliquant cette dernière formule à $e^2 = 110$, il vient : $p' = a \sin 60°$, donc enfin : $m = \frac{p'}{p}$.

Nous avons dû plusieurs fois ramener les formes observées aux arêtes de l'isoscéloèdre L prises comme axes; dans ce cas, voici les notations employées.

Les arêtes latérales de l'isoscéloèdre sont désignées par d, les arêtes culminantes par b ou par B, suivant que le clivage s'y appuie ou non (b est donc l'arête culminante supérieure placée devant le spectateur); les angles latéraux (fig. 2) sont désignés par e et les angles culminants par a. Si l'on change d'axes cristallographiques, en prenant pour axes les arêtes de l'isoscéloèdre [1], on trouve qu'une face hkl, suivant qu'elle est une modification de l'angle a, de l'angle e antérieur ou de l'angle e latéral, devient :

$$a)\ hkl = b^{\frac{1}{8l-h-k}}\ B^{\frac{1}{8l+h-2k}}\ b^{\frac{1}{8l+2h-k}}\ B^{\frac{1}{8l+h+k}}\ b^{\frac{1}{8l+2k-h}}\ B^{\frac{1}{8l+k-2h}}$$

$$e_{ant.})\ hkl = d^{\frac{1}{2h-k}}\ d^{\frac{1}{2k-h}}\ b^{\frac{1}{h+k-8l}}\ B^{\frac{1}{h+k+8l}}$$

$$e_{lat.})\ hkl = d^{\frac{1}{h-2k}}\ d^{\frac{1}{h+k}}\ B^{\frac{1}{2h-k-8l}}\ b^{\frac{1}{2h-k+8l}}$$

La fig. 3 représente, comme exemple, les faces p, z et Φ rapportées aux arêtes de l'isoscéloèdre L. On a :

$$p = 111 = (6.\ 7.\ 9.\ 10)_L$$

$$z = 24.16.5 = (4.1.0.10)_L = b^4_L$$

$$\Phi = 25.17.3 = (11.3.6.22)_L\ .$$

[1] Voir, par exemple : *Annales de la Soc. Géol. de Belgique*, tome IX, page 281.

L'ordre suivant lequel les arêtes sont comptées est indiqué sur la fig. 2 par les nos 1, 2 etc.

Nous avons aussi ramené quelquefois les formes de la calcite aux rhomboèdres e^1 et e^3 pris comme formes primitives.

Voici les formules auxquelles on arrive en changeant d'axes cristallographiques :

Forme primitive $e^1 = 201$

$$a) \quad hkl = b^{\frac{1}{2l+2h-k}} \; b^{\frac{1}{2l+2k-h}} \; b^{\frac{1}{2l-h-k}}$$

$$e_{ant.}) \quad hkl = d^{\frac{1}{2l+2h-k}} \; d^{\frac{1}{2l+2k-h}} \; b^{\frac{1}{h+k-2l}}$$

$$e_{lat.}) \quad hkl = d^{\frac{1}{h-2l-2k}} \; d^{\frac{1}{h+k-2l}} \; b^{\frac{1}{2l+2h-k}}$$

Forme primitive $e^3 = 441$

$$a) \quad hkl = b^{\frac{1}{4l-2h+k}} \; b^{\frac{1}{4l+h-2k}} \; b^{\frac{1}{4l+h+k}}$$

$$e_{ant.}) \quad hkl = d^{\frac{1}{2h-4l-k}} \; d^{\frac{1}{2k-4l-h}} \; b^{\frac{1}{4l+h+k}}$$

$$e_{lat.}) \quad hkl = d^{\frac{1}{4l+h-2k}} \; d^{\frac{1}{4l+h+k}} \; b^{\frac{1}{2h-k-4l}}$$

Ainsi, lorsque la forme primitive est e^1, on a :

$$L = 16.\ 8.\ 3 = \left(d^{\frac{1}{5}} \; d^1 \; b^{\frac{1}{3}}\right)_{e^1}$$

$$\alpha = 8.\ 4.\ 3 = \left(d^{\frac{1}{3}} \; d^1 \; b^1\right)_{e^1} = (e_3)_{e^1}$$

$$\pi = 12.\ 4.\ 5 = (e_5)_{e^1}\ .$$

La fig. 4 montre les faces qui suivent, rapportées au rhomboèdre e^3 pris comme forme primitive :

d^2	=	321	= $(b^5)_{e^5}$	α	=	843	= $(b^2)_{e^5}$
v	=	861	= d^5	y	=	12. 8. 1	= d^2
Ω	=	32 24. 7	= e_7	z	=	24.16.5	= e_5
$d^{\frac{3}{2}}$	=	531	= e_4	L	=	16. 8. 3	= e_3
$e_{\frac{1}{3}}$	=	621	= e_2	N	=	20. 4. 3	= $e_{\frac{3}{2}}$
$e^{\frac{5}{3}}$	=	801	= e^1.				

Les formules précédentes montrent la relation qui existe entre les isoscéloèdres de la série $2^{n+1}.2^n.\ 3$, à laquelle appartient l'isoscéloèdre de Rhisnes, et les rhomboèdres p, e^1, e^3, $e^{\frac{5}{3}}$ .... dérivés l'un de l'autre par des troncatures tangentes à leurs arêtes culminantes. On peut de tout rhomboèdre dériver deux isoscéloèdres simples, ayant pour notation l'un e_3 l'autre b^2; or, tout isoscéloèdre de la forme $2^{n+1}.2^n.\ 3$ est le e_3 d'un rhomboèdre de la série que nous venons de citer et le b^2 du rhomboèdre suivant. Ainsi $\alpha = 843$ est le e_3 du rhomboèdre e^1 et le b^2 du rhomboèdre e^5; de même l'isoscéloèdre de Rhisnes est le e_3 du second aigu e^3 et le b^2 du troisième aigu $e^{\frac{5}{3}}$.

Pour mieux marquer la relation entre une face et deux autres faces importantes avec lesquelles elle est en zone, nous avons quelquefois employé la notation suivante. Soit une zone déterminée par les faces $A = hkl$ et $B = h'k'l'$; toute face de cette zone peut s'écrire symboliquement : $mA + nB$, ou [1] plus simplement mn, et est

[1] Ainsi il existe dans la zone déterminée par $L = 16.\ 8.\ 3$ et $e^2 = 110$ une face $\Phi = 25.\ 17.\ 3$ qui peut s'écrire : $L + 9\ e^2$ ou plus simplement 19.

déterminée dès que l'on connaît le rapport $\frac{m}{n}$. Si l'on considère deux faces $C = mn$, $C' = m'n'$ et que l'on désigne par α et β les angles que fait C respectivement avec A et B et par α' et β' les incidences analogues correspondant à C', il est facile de voir que :

$$\frac{\frac{m}{n}}{\frac{m'}{n'}} = \frac{\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}}{\frac{\sin\beta'}{\sin\alpha'}}.$$

Si l'on désigne par a et b les valeurs de α et β relatives à la face 11 et par k le rapport $\frac{\sin a}{\sin b}$, il vient $\frac{m}{n} = k\,\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}$, de sorte que :

$$C = k\,\frac{\sin\beta}{\sin\alpha}\,A + B.$$

Si le pôle 11 se trouve au milieu de l'arc $A\,B$, la formule devient : $C = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}\,A + B$.

Ainsi, sur la zone déterminée par les deux faces antérieures de l'isoscéloèdre L ($A = 16.8.3$, $B = 8.16.3$) se trouve une face C faisant avec A un angle $\alpha = 10°.41'$; sa notation s'obtient en observant que $\widehat{AB} = 58°28'$ et par conséquent $\beta = 47°.47'$; on a :

$$\frac{m}{n} = \frac{\sin 47°.47'}{\sin 10°.41'} = 3{,}995\,;$$

donc : $C = 4\,A + B = 24.16.5 = d^1\,d^{\frac{1}{9}}\,b^{\frac{1}{5}}$.

C'est la face que l'on désigne par z et qui pourra donc être notée 41 sur la zone LL.

Cette notation correspond à la propriété géométrique que voici :

Toute face F peut être mise sous la forme symbolique $F = mA + nB + pC$, A, B et C étant trois faces quelconques. Or, on démontre aisément que si l'on rapporte la face F aux trois faces A, B et C prises comme plans coordonnés, sa notation sera $F = mnp$.

En effet, le théorème est évident si A, B, C sont les plans coordonnés eux-mêmes (fig. 4_1), car alors on a identiquement : $F = uvw = uA + vB + wC$. Pour démontrer que le théorème subsiste lorsque A, B, C sont quelconques, changeons de plans coordonnés en prenant Ox', Oy', Oz' pour axes. Les formules de transformation donnent pour la nouvelle notation de la face F :

$$F' = u'v'w' = (mu + nv + pw)\ (m'u + n'v + p'w)\ (m''u + n''v + p''w).$$

Les mêmes formules appliquées à A, B, C donnent :

$$A' = mm'm'' \ , \quad B' = nn'n'' \ , \quad C' = pp'p''.$$

Donc on voit que $u'v'w' = uA' + vB' + wC'$; c'est la propriété qu'il fallait démontrer. Ainsi, par exemple, l'isoscéloèdre $L = 16.8.3$, à l'aide des trois faces $p = 111$, $p' = 0\bar{1}1$, $p'' = 10\bar{1}$, qui concourent au sommet e latéral du rhomboèdre de clivage, peut s'écrire $L = 9p + p' + 7p''$; il suit de ce qui précède que sa notation par rapport à ces faces prises comme plans coordonnés sera $917 = d^1\, d^{\bar{1}}_{9}\, b^{\bar{1}}_{7}$. Dans le cas où la face F est en zone avec les faces A et B, $p = 0$ et $F = mA + nB$; d'après ce qui précède, le symbole $\underline{mn}$ signifie qu'elle est due à un décroissement sur l'arête AB représenté par $\frac{m}{n}$. Ainsi, dans l'exemple choisi plus haut, $z = 41 = b^4_L$.

Moyen de calcul. — Une face est déterminée par les angles qu'elle fait avec deux faces connues de position ; mais le calcul est compliqué si l'on n'emploie que deux angles ; il devient très simple lorsqu'on se sert de trois angles.

Soient α, α', α'' les angles que fait la face xyz inconnue respectivement avec les faces connues hkl, $h'k'l'$, $h''k''l''$. La formule *(a)* de la page 169 donne :

$$\cos\alpha = \frac{ax + by + cz}{Mm}, \cos\alpha' = \frac{a'x + b'y + c'z}{Mm'},$$

$$\cos\alpha'' = \frac{a''x + b''y + c''z}{Mm''},$$

formules dans lesquelles m, m' et m'' sont les modules des trois faces connues, M le module de la face inconnue. En divisant ces équations, membre à membre, pour éliminer M, il vient :

$$\frac{ax + by + cz}{a''x + b''y + c''z} = \frac{m \cos\alpha}{m'' \cos\alpha''} = k$$

$$\frac{a'x + b'y + c'z}{a''x + b''y + c''z} = \frac{m' \cos\alpha'}{m'' \cos\alpha''} = k'.$$

On obtient ainsi deux équations du 1er degré, desquelles on tire : $\frac{x}{y}$ et $\frac{z}{y}$. Comme on s'est servi d'une condition de trop, il faut alors essayer si la face xyz ainsi notée satisfait aux trois conditions proposées, ce qui constitue une vérification. On peut être certain de la bonté des mesures lorsque, en se servant des caractéristiques compliquées fournies par le calcul, on retrouve très approximativement les angles mesurés. On trouvera à la fin de ce Mémoire (page 348) un tableau contenant les

rapports $\frac{h}{k}$ et $\frac{l}{k}$ pour les faces de la calcite; lorsqu'on a calculé les rapports des caractéristiques d'une forme qu'il s'agit de déterminer, il suffit de se reporter à ce tableau pour voir si cette forme est déjà connue.

CRISTAUX DU 1er GISEMENT.

Formes provenant d'un biseau placé sur les arêtes b de l'isoscéloèdre L.

Nous avons vu (pag. 170) que toute modification de l'angle e antérieur de l'isoscéloèdre L est donnée par

$$hkl = \left(d^{\frac{1}{2h-k}} \; d^{\frac{1}{2k-h}} \; b^{\frac{1}{h+k-8l}}\right)_L.$$

Si l'on considère les faces en zone avec les deux faces antérieures de l'isoscéloèdre, on a : $h + k = 8l$ et, par conséquent :

$$hkl = b_L^{\frac{2h-k}{2k-h}}.$$

Réciproquement :

$$(1) \qquad b_L^{\frac{m}{n}} = 8(n+2m).\ 8(2n+m).\ 3(m+n)$$

$$= \left\{d^{\frac{1}{7m-n}} \; d^{\frac{1}{7n-m}} \; b^{\frac{1}{9(m+n)}}\right\}_p, \text{ si } \frac{m}{n} < 7$$

et

$$= \left\{d^{\frac{1}{m-7n}} \; d^{\frac{1}{9(m+n)}} \; b^{\frac{1}{7m-n}}\right\}_p, \text{ si } \frac{m}{n} > 7$$

Ainsi : $e^3 = 441 = b_L^1$, $\Omega = 32.24.7 = b_L^{\frac{5}{2}}$, $d^{\frac{3}{2}} = 531 = b_L^7$.

CRISTAUX PRÉSENTANT LA FACE

$$z = 24.16.5 = d^{1}\, d^{\frac{1}{9}}\, b^{\frac{1}{15}} = b^{4}_{L}.$$

Les faces z se présentent sous forme de biseau placé sur l'arête culminante b de l'isoscéloèdre L; ordinairement une seule face du biseau existe, ou bien les deux faces sont inégalement développées. Lorsque ces faces sont ternes, on peut les confondre avec celles de la forme $d^{\frac{3}{2}}$ dont nous avons parlé dans notre premier mémoire; on les distingue à ce que $d^{\frac{3}{2}}$ coïncide presque avec L tandis que z s'en détache bien. Au-dessus de z se trouvent une série de facettes très voisines, ordinairement peu distinctes, dont il sera parlé plus loin (page 205), de sorte que l'intersection de z avec L se termine vers le haut par une ligne courbe, comme le montre la figure 7, qui représente l'aspect général des cristaux dont il s'agit [1]. Les mesures donnent des résultats un peu variables d'un cristal à l'autre. Dans le tableau suivant se trouvent les incidences obtenues sur dix cristaux à faces nettes.

ANGLES POLAIRES	CALCULÉS	MESURÉS			
Lz adjac.	10°.40′	10°.40′	10°.40′	10°.49′	10°.46′
		10°.50′	10°.52′	10°.55′	10°.41′
Lz opposés (8.16.3) (24.16.5)	47°.48′	47°.50′	47°.44′		

(1) Il suffit de remplacer dans cette figure le biseau S'' par le biseau z.

La face z se trouve à l'intersection de la zone [1] $11\bar{8}$ que nous examinons et de la zone $11.\overline{19}.8$ déterminée par p (111) et la face $16.8.\bar{3}$ de l'isoscéloèdre L. Elle se trouve aussi sur la zone $a^1\ d^2\ y\ (2\bar{3}0)$.

Cristaux présentant la face :

$$S = 54.34.11 = d^1\ d^{\frac{1}{21}}\ b^{\frac{1}{33}} = b_L^{\frac{37}{7}}$$

La figure 5 représente de petits cristaux à faces bien réfléchissantes, se rapportant à un type dont nous possédions déjà de nombreux échantillons qui n'avaient pu être étudiés à cause de la courbure et du faible pouvoir réfléchissant des faces. Les nouveaux cristaux ont depuis 1 jusqu'à 12 millimètres de longueur. Dans les anciens cristaux nous avions cru que les faces S appartenaient au scalénoèdre $d^{\frac{3}{2}}$, d'abord à cause de l'angle de 8° environ que ces faces font avec d^2 adjac., ensuite parce que ab semble approximativement parallèle à l'intersection de p avec d^2. Mais la droite cf n'est pas parallèle à ab et par conséquent le scalénoèdre n'est pas de la forme $d^{\frac{m}{n}}$; d'ailleurs, dans un cristal à faces parfaitement réfléchissantes, nous avons pu nettement établir que d^2 , p et S ne sont pas en zone.

[1] Pour abréger, nous désignerons la zone qui a pour équation $ax + by + cz = 0$ par abc. Ainsi, la zone déterminée par les deux faces antérieures de L (16.8.3 et 8.16.3), zone qui a pour équation $x + y - 8z = 0$, sera désignée par $11\bar{8}$. De même la zone désignée par $2\bar{3}0$ a pour équation $2x = 3y$.

Pour chercher la notation de S nous sommes parti des mesures suivantes :

$$Sp = 37^\circ.17'\,(14'.17.18.19.18)$$
$$SS \text{ sur } p = 41^\circ.58'\,(57'.53.63.59.58)$$
$$Se^{\frac{7}{5}}_{\text{infér.}} = 34^\circ.46'\,(45'.46.46.46.45).$$

Par la méthode exposée page 175, on en déduit :

$$\frac{x}{y} = 1{,}59256 = \frac{35}{22}, \qquad \frac{z}{y} = 0{,}31853 = \frac{7}{22}, \text{ puis}$$

$$S = 35.22.7 = d^{\frac{1}{41}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{64}} \quad (\log. M = 1{,}4976759).$$

Depuis nous avons pu mesurer très exactement les angles :

$$Sd^2 = 8^\circ.16'\,(12'.15.15.16.16.17.17.18.18.17),$$
$$Sp = 37^\circ.13'\,(15'.15.14.12.12.17.15.13.14.17).$$

D'autres angles ont pu être aussi mesurés assez exactement. Ils sont cités dans le tableau suivant, dans lequel nous avons aussi inscrit les incidences relatives à $d^{\frac{3}{2}}$ ainsi que celles qui correspondraient à la notation simplifiée $11.7.2 = d^{\frac{1}{13}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{20}}$, dont le rapport des caractéristiques s'approche assez bien [1] des nombres trouvés.

[1] $\frac{x}{y} = 1{,}57$, $\frac{z}{y} = 0{,}29$, $\log. M = 0{,}9936332$.

ANGLES	CALCULÉS			MESURÉS
	$d^{\overline{2}}$	$d^{\overline{13}}\ d^{1}\ b^{\overline{20}}$	$d^{\overline{41}}\ d^{\overline{2}}\ b^{\overline{64}}$	
sur p	45°32′	41°10′	41°57′	41°.58′
avec p	37°55′	38°1′	37°10′	37°.13′
avec $e^{\overline{5}}$ inf.	35°50′	33°25′	34°37′	34°.46′
avec d^{2}	8°53′	9°17′	8°16′	8°.16′
avec $e^{\overline{5}}$ sup.	35°32′	37°58′	37°20′,5	37°.8′
sur d^{1}	29°16′	29°39′	30°59′	31°.4′

Si l'on adoptait la notation $S = d^{\overline{41}}\ d^{\overline{2}}\ b^{\overline{64}}$, cette face serait donnée par l'intersection des zones $10\overline{5}\left(e^{2}_{010}\ d^{\overline{\frac{3}{2}}}_{531}\right)$ et $10.7.\overline{72}$ $(L_{16.8.3}\ \delta_{361})$.

Très souvent ces cristaux montrent à l'intérieur des lignes cg (fig. 5) parallèles aux intersections de L avec d^2; ils paraissent s'être formés autour de cristaux ayant pour notation Ld^2, Ld^2p ou Ld^2e^2; quelquefois les faces p et L intérieures sont visibles à cause d'un dépôt noirâtre qui les sépare du cristal enveloppant (Éch. N° 137). Enfin nous avons rencontré quelques cristaux, dans lesquels une partie des faces L est encore visible (N°s 7125, 5006). (Voir les fig. 49 et 50.)

Plus tard, sur un cristal limpide et à faces réfléchissantes, ayant la forme Ld^2, j'ai rencontré, placé sur les arêtes b de l'isoscéloèdre (fig. 6), un biseau qui, à première vue, paraît être $d^{\overline{2}}$ à cause de la netteté de ses lignes

d'intersection avec les faces d^2 adjac.; des mesures fort exactes nous ont donné :

Angle avec $L_{\text{adj.}} = 8^\circ.15'$ (15'. 15. 15. 15. 14),
angle avec $p = 37^\circ.47'$ (46'. 45. 49. 45. 48).

Or, $d^{\frac{3}{2}} L = 6^\circ.28'$ et $zL = 10^\circ.40'$; notre face est donc intermédiaire entre $d^{\frac{3}{2}}$ et z sur la zone $x + y - 8z = 0$. En la désignant par xyz, on trouve :

$$\frac{x}{y} = \frac{2{,}688417}{1{,}688417} = \frac{35}{22}, \text{ puis : } \quad xyz = 35.22.7^{\frac{1}{8}} \text{ (1)}.$$

On voit que cette face est très proche de la face 35.22.7 observée dans les cristaux précédents.

Nous avons essayé de ramener la première face à celle qui a été observée en biseau sur les arêtes b de l'isoscéloèdre.

Entre $z = b^4_L$ et $d^{\frac{3}{2}} = b^7_L$ il peut exister b^5_L, b^6_L et d'autres formes intermédiaires fort voisines (vu que $z\, d^{\frac{3}{2}} = 4^\circ.12'$) qui, rapportées aux axes ordinaires, auront des notations compliquées.

Nous avons essayé les notations : (Voir la formule (1) page 179).

$$b^5_L = 44.\ 28.9 = d^{\frac{1}{17}}\, d^1\, b^{\frac{1}{27}}, \qquad \log. M = 1{,}5981211$$

$$b^{\frac{16}{3}}_L = 280.176.57 = d^{\frac{1}{109}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{171}} \qquad \text{"} \quad = 2{,}4011638$$

(1) Dans un autre cristal de la même forme (N° 504), j'ai pu prendre les mesures fort exactes que voici : $Ld^2 = 13^\circ 33'$, LL sur $c^1 = 58^\circ 26'$, $LS = 8^\circ 17'$.

$$b_L^{\frac{11}{2}} = 64.\ 40.13 = d^{\frac{1}{25}}\, d^1\, b^{\frac{1}{39}}, \qquad \log. M = 1{,}7598924$$

$$b_L^{6} = 104.\ 64.21 = d^{\frac{1}{41}}\, d^1\, b^{\frac{1}{63}} \qquad \text{„} \quad = 1{,}9699889$$

et, en dernier lieu :

$$b_L^{\frac{37}{7}} = 54.\ 34.11 = d^{\frac{1}{21}}\, d^1\, b^{\frac{1}{33}} \qquad \text{„} \quad = 1{,}6864877$$

qui nous a donné, avec une notation relativement simple, une approximation suffisante.

ANGLES.	CALCULÉS.						MESURÉS.	
	b_L^5	$b_L^{\frac{37}{7}}$	$b_L^{\frac{16}{3}}$	$b_L^{\frac{11}{2}}$	b_L^6	b_L^7	Ancienne face S	Biseau.
sur p	40°55′	41°46′	41°54′	42°21′	43°35′	45°32′	41°58′	42°4′
avec L adj.	8°46′	8°21′	8°17′	8°3′	7°27′	6°28′		8°15′
sur d^1	31°59′	31°27′	31°22′	31°5′	30°22′	29°16′	31°4′	
avec p (111)	36°43′	36 55′,5	36°58′	37°5′	37°23′	37°55′	37°13′	37°47′
avec d^2 adj.	7°53′	8°1′,5	8°3′	8°8′	8°24′	8°53′	8°16′	
avec $e^{\frac{7}{5}}$ inf.	34°32′	34°46′	34°48′	34°55′	35°16′	35°50′	34°46′	
avec $e^{\frac{7}{5}}$ lat.	37°48′	37°23′	37°19′	37°6′	36°30′	35°32′	37°8′	
avec p $(10\bar{1})$	68°26′	68°12′	68°10′	68°2′	67°42′	67°10′	68°11′	

La face $S = d^{\frac{1}{21}}\, d^1\, b^{\frac{1}{33}}$ se trouve sur la zone LL, que nous étudions, là où elle est coupée par les zones $\bar{9}.\ 13.\ 4$ $\left(d^{\frac{13}{8}}\ y\ e^{\frac{1}{2}}_{\bar{1}\bar{1}\bar{1}}\right)$ et $4\bar{7}2\ (d^2\, b^9)$ [1].

[1] La correspondance presque parfaite à laquelle on parvient en adoptant

Les cristaux que nous étudions portent, outre les faces S, des facettes Φ (fig. 5) dont la courbure n'a permis que des mesures approximatives ; celles-ci conduisent à la forme connue $\Phi = 25.17.3 = d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{10}}\ b^{\frac{1}{15}}$ dont les faces sont parallèles aux arêtes $L\ e^2$ et dont il sera parlé plus loin (voir page 220). Chaque face Φ produit deux images qu'il m'a été impossible de circonscrire ; dans la mesure de l'angle $p\ \Phi$, ces images se confondent sensiblement. Les intersections des faces S et Φ ne sont pas visibles ; c'est là que la face Φ paraît courbe. Il existe, en général,

la notation 35.22.7 (voir l'avant-dernier tableau) peut suggérer l'idée de chercher quelle serait la légère modification à faire subir à la notation de l'isoscéloèdre fondamental, pour que 35.22.7 puisse représenter un biseau placé sur les arêtes b de ce dernier. Si $2h.h.l$, $h.2h.l$ sont les deux faces antérieures de l'isoscéloèdre, la zone qu'elles déterminent a pour équation $l.l.\overline{3h}$; pour que 35.22.7 vérifie cette équation, il faut que $7h = 19l$; donc l'isoscéloèdre a pour notation $38.19.7 = d^{\frac{1}{7}}\ d^{\frac{1}{64}}\ b^{\frac{1}{50}}$, $log.\ M = 1,5271829$. Si nous calculons les principales incidences relatives à L pour les notations 16 8.3 et 38.19.7, nous obtenons :

ANGLES.	Pour 38.19.7	Pour 16.8 3
sur p	58°31′9″	58°28′4″
sur e^1	58°31′9″	58°28′4″
sur d^1	24°20′12′	24°45′28″
avec p	41°52′37″	41°41′53″
avec d^2	13°38′30″	13°30′10″

Les angles sur p sont trop voisins pour que la mesure puisse faire décider entre les deux notations Quant aux autres angles, par des mesures prises sur de petits cristaux à faces parfaites, nous nous sommes assuré que c'est bien à la notation 16.8.3 qu'ils correspondent. Citons ici trois cristaux. N° 4322. Mesuré : $L\ d^2 = 13°30'$ (28′. 29. 30. 30. 30. 30. 31. 31. 31. 31). N° 4211. Mesuré : $\widetilde{LL}$ sur $d^1 = 24°43'$ (45′. 45. 40. 42. 41). Troisième cristal : LL sur $d^1 = 24°50'$ (50′. 50. 50. 50. 50).

outre les faces e^2 et $e^{\frac{7}{5}}$, une très petite facette rhomboédrique placée sur l'arête $S\,S$ antérieure, non reproduite dans le dessin, ayant la forme d'un triangle très aigu; elle appartient au rhomboèdre connu $e^{\frac{20}{7}}$ voisin de e^3; voici la correspondance approximative :

ANGLES.	CALCULÉS.	MESURÉS.
$\Phi\,\Phi$ sur p	36°10′	36°12′
$p\,\Phi$	40°44′	40°22′
$S\,\Phi$ adj.	6°18′	5° à 6°
$p\,e^{\frac{20}{7}}$	32°41′	32°25′

La notation générale de ces cristaux est : $d^2\,S\,e^{\frac{7}{5}}\,p\,\Phi\,e^2\,e^{\frac{20}{7}}$. Sur quelques individus on remarque la base $a^1 = 001$. Souvent ces cristaux sont hémitropes par rapport à a^1 (¹).

Les cristaux du type $d^2\,S\,\Phi$ prennent souvent de grandes dimensions; ils deviennent alors grossiers. Ces grands cristaux sont abondants; on peut dire que tous les grands cristaux scalénoédriques trouvés dans le gisement de Rhisnes appartiennent à ce type. Tantôt d^2 est prédominant et les faces S et Φ deviennent rudimentaires, tantôt c'est S qui domine. Dans ces grands cristaux, il est impossible de voir, par des mesures, si

(¹) Quant aux différentes combinaisons dans lesquelles entre la face S, voir page 319 de ce mémoire la liste de toutes les combinaisons de formes observées à Rhisnes.

c'est S ou $d^{2\,\frac{3}{}}$ que l'on doit noter le scalénoèdre intermédiaire; ce n'est que par l'analogie des formes ainsi que par l'aspect de leur agencement que l'œil habitué peut arriver à établir une distinction.

Avant de continuer l'étude des formes provenant d'un biseau placé sur les arêtes b de l'isoscéloèdre L, nous allons étudier quelques faces rhomboédriques spéciales, observées sur les cristaux précédents.

Appendice. — Cristaux présentant les rhomboèdres :

$$e^{\frac{17}{10}},\ e^{\frac{6}{11}} \text{ et } e^{\frac{15}{7}}.$$

1°) Dans un échantillon où les cristaux avaient pour notation $d^2\, S e^{\frac{7}{5}}\, e^2\, p\, \Phi$, nous avons rencontré un individu (N° 1382) qui ne porte pas les mêmes rhomboèdres dans les zones latérales (¹); tandis que d'un côté on trouve $e^{\frac{7}{5}}$ et e^1, de l'autre on rencontre e^1, $e^{\frac{4}{3}}$, $e^{\frac{7}{3}}$ et un autre rhomboèdre situé entre $e^{\frac{4}{3}}$ et $e^{\frac{7}{3}}$ déjà observé dans des cristaux analogues; ici la face étant nettement réfléchissante, on a pu mesurer fort exactement :

$$e^x\, e^{\frac{4}{3}} = 9°33' \ (30'.\ 34.\ 32.\ 35.\ 33).$$

Ce rhomboèdre répond à la notation $901 = e^{\frac{17}{10}}$. Il a été déjà signalé par M. Sansoni à Andreasberg (Sansoni. *Sulle forme cristalline della calcite di Andreasberg*, pag. 48. N° 102) (²). Dans un autre cristal (N° 4) hémitrope

(¹) Il paraît dû à l'assemblage de deux cristaux à axes parallèles.

(²) $e^{\frac{17}{10}}$ est l'inverse du rhomboèdre $991 = e^{\frac{19}{8}}$ signalé par le même cristallographe, à Blaton (*Bulletin de l'Académie de Belgique*, 54me année, 3me série, tome 9. N° 4, page 293).

par rapport à a^1, nous avons rencontré la combinaison $S d^2\, a^1 p e^1\, e^{\frac{7}{5}}\, e^{\frac{4}{3}}\, e^{\frac{17}{10}}\, e^2$; nous y avons pris des mesures conduisant à $e^{\frac{17}{10}}\, a^1 = 83°37'$. Enfin, dans un troisième cristal (N° 30) on a obtenu $e^1\, e^{\frac{17}{10}} = 20°35'$. Voici le tableau de correspondance, dans lequel nous avons aussi inscrit les incidences relatives à $e^{\frac{5}{3}}$ (¹) et $e^{\frac{7}{4}}$, formes qui comprennent entre elles le rhomboèdre $e^{\frac{17}{10}}$.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS		ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS	
$e^{\frac{4}{3}}\, e^{\frac{5}{3}}$	8°56′			$p_{10\bar{1}}\, e^1$	72°16′	72°13′	
$e^{\frac{4}{3}}\, e^{\frac{17}{10}}$	9°44′	9°33′		$p_{10\bar{1}}\, e^{\frac{4}{3}}$	61°32′	61°37′	
$e^{\frac{4}{3}}\, e^{\frac{7}{4}}$	10°53′			$p\, e^{\frac{7}{3}}$	39°36′	39°50′	
$e^1\, e^{\frac{5}{3}}$	19°40′			$e^1\, e^{\frac{7}{5}}$	12°40′	12°43′	12°44′
$e^1\, e^{\frac{17}{10}}$	20°28′	20°35′	20°30′	$e^1\, e^{\frac{4}{3}}$	10°44′	10°51′	10°42′
$e^1\, e^{\frac{7}{4}}$	21°37′			$d^2\, S$	8°1′,5	8°10′ 8°13′	8°8′
$a^1\, e^{\frac{5}{3}}$	82°47′			$a^1\, e^{\frac{4}{3}}$	73°51′	73°49′	
$a^1\, e^{\frac{17}{10}}$	83°35′	83°37′		$a^1\, e^{\frac{7}{5}}$	75°47′	75°51′	
$a^1\, e^{\frac{7}{4}}$	84°44′						

(¹) Si l'on rapporte $e^{\frac{5}{3}}$ (801) aux arêtes de l'angle e latéral de L, on trouve

2°) Dans un cristal (N° 126) ayant la forme générale de ceux que nous venons d'étudier, mais dans lequel les faces S étaient remplacées par $d^{\overline{2}}$, nous avons rencontré un rhomboèdre très voisin de $e^{\overline{2}}$ et qui répond à la notation : 17. 0. 16 = $e^{\overline{11}}$. On a mesuré $e^{\overline{11}}\, p_{10\bar{1}} = 89°3'$ (4'.3.1). Ce cristal montre la combinaison $d^2\, d^{\overline{2}}\, e^{\overline{5}}\, e^{\overline{4}}\, e^{\overline{11}}\, pa^1$. Dans un autre individu, dont il sera parlé à propos de la face l (voir p. 219), on a mesuré approximativement $e^{\overline{5}}\, e^{\overline{11}} = 29°11'$. Ces nombres ne permettent de faire coïncider $e^{\overline{11}}$ ni avec $e^{\overline{17}}$ ni avec $e^{\overline{2}}$, comme l'indique la correspondance :

ANGLES.	$e^{\overline{2}}\, p_{10\bar{1}}$	$e^{\overline{11}} p_{10\bar{1}}$	$e^{\overline{17}} p_{10\bar{1}}$	$e^{\overline{5}}\, e^{\overline{2}}$	$e^{\overline{5}}\, e^{\overline{11}}$	$e^{\overline{5}}\, e^{\overline{17}}$	$d^{\overline{2}}\, e^{\overline{5}}{}_{\text{lat.}}$	$d^{\overline{2}}\, p_{10\bar{1}}$	$d^{\overline{2}}\, d^2$
CALCULÉS.	90°46′	89°2′	87°24′	31°10′	29°26′	27°48′	35°32′	67°10′	8°53′
MESURÉS.		89°3′			29°11′		35°12′	67°43′	8°52′

(voir p. 170) $e^{\overline{5}} = \left(d^1\ d^1\ B^1\ b^{\overline{5}}\right)_L$, c'est-à-dire que c'est le rhomboèdre obtenu en faisant passer des plans par les arêtes b de l'isoscéloèdre ; c'est à cause de cela que nous avions noté $e^{\overline{5}}$ le rhomboèdre dont nous nous occupons, avant que des mesures précises nous aient forcé à abandonner cette notation simple.

3°) Enfin, dans un grand cristal du même type (N° 128) la face rhomboédrique antérieure placée entre les faces Φ faisait avec le clivage un angle de 42°35′ (39. 33. 34). En désignant par α et β les angles que fait la face rhomboédrique respectivement avec p (111) et $e^{\frac{1}{2}}$ $(11\bar{1})$ et par m le rapport $\frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$, la notation du rhomboèdre est (voir p.173)

$$(m+1)\ (m+1)\ (m-1) = e^{\frac{3m+1}{2}}.$$

Dans notre cas :

$$m = 1{,}1014\ (pe^{\frac{1}{2}} = 90°46') \text{ et } \frac{3m+1}{2} = 2{,}1521.$$

La notation $e^{\frac{15}{7}}$ répond bien aux mesures.

$$\text{Angle avec } p. \text{ Calculé } \begin{cases} e^{\frac{19}{9}} & 43°19' \\ e^{\frac{15}{7}} & 42°45' \end{cases} . \text{ Mesuré } 42°35'.$$

Ce rhomboèdre a été aussi trouvé dans le second gisement (voir page 311).

CRISTAUX PRÉSENTANT LES FACES :

$$S' = 29.19.6 = d^{\frac{1}{11}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{18}} = b_{L}^{\frac{13}{3}}$$

$$S'' = 34.22.7 = d^{\frac{1}{15}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{21}} = b_{L}^{\frac{23}{5}}$$

$$S''' = 44.28.9 = d^{\frac{1}{17}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{27}} = b_{L}^{5}$$

$$S^{\text{iv}} = 104.64.21 = d^{\frac{1}{41}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{63}} = b_{L}^{6}$$

1°) La face S' a été toujours trouvée formant biseau sur les arêtes b de l'isoscéloèdre L; les cristaux qui la portent ont l'aspect général représenté par la fig. 7.

On a obtenu dans un premier cristal (N° 154) : $S'S$ sur $p = 38°39'$ (41'. 47. 43. 33. 38. 30). Dans un 2me cristal, très net, on a mesuré $LS'_{adj.} = 9°57'$ (55'. 56. 57. 57. 58. 59. 57. 56. 58. 58). Dans un 3me cristal (N° 72), on a trouvé $LS'_{opp.} = 48°30'$; dans d'autres cristaux, les mesures ont donné $LS'_{adj.} = 9°48'$, 10°, 10°. Ces incidences conduisent à la notation $S' = 29.19.6$.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
$S'S'$ sur p	38°33',5	38°39'
LS' adj.	9°57'	9°57'
LS' opp.	48°31'	48°30'

La face S' se trouve sur la zone LL là où elle est coupée par la zone $2\overline{4}3$ ($d^1\ d^7_{gauche}$). La face S' est très voisine de z, vu que $S'z = 0°43'$; cependant, vu le degré d'exactitude des mesures, il nous a été impossible de les faire coïncider; les angles sur p, par exemple, différeraient d'1°26'.

2°) La face S'' analogue de la précédente a pu fournir de bonnes mesures. Ordinairement elle se présente sous forme de biseau sur les arêtes b de l'isoscéloèdre (fig. 7). La forme S'' est presque toujours hémiédrique; ses faces sont toujours très larges, ce qui donne aux cristaux un aspect singulier, la face L subsistant entièrement d'un côté et étant remplacée, quelquefois presque en totalité, par la face S'' de l'autre côté. Les faces S'' se terminent vers le haut par des faces dont il sera parlé page 205, donnant avec L des intersections courbes.

Dans le grand cristal N° 253 on a mesuré $LS''_{opp.} = 49°14'$ (12'. 15. 14. 16. 12); on en déduit $LS''_{adj.} = 9°14'$.

Dans trois autres cristaux, la mesure directe nous avait donné : $LS'_{\text{adj.}} = 9°22'$, $9°12'$ et $9°18'$. Ces mesures nous avaient conduit à la notation $73.47.15 = d^{\overset{1}{\overline{28}}} d^{\overset{1}{\overline{2}}} b^{\overset{1}{\overline{45}}}$, qui donne $LS'' = 9°15'$. Depuis nous avons mesuré dans deux cristaux très nets :

N° 51) $LS'' = 9°20'$ (20'. 20. 19. 19. 21).

N° 52) $LS'' = 9°32'$ (32'. 32. 32. 31).

Nous avons préféré adopter pour S'' la notation plus simple :

$$S' = 34.22.7 = d^{\overset{1}{\overline{13}}} d^{1} b^{\overset{1}{\overline{21}}} = b^{\overset{25}{\overline{5}}}_{L},$$

qui donne $S''S'''$ sur $p = 39°34'31''$, puis $LS'' = 9°27'$. La face S'' se trouve à l'intersection de la zone que nous étudions et de la zone $\overline{3}42$ $\left(e^{\overset{1}{\overline{221}}} a^{\overset{4}{\overline{012}}}\right)$.

La forme S'' a été trouvée aussi indépendante de l'isoscéloèdre L dans des cristaux (N° 32) ayant pour notation $S''\ d^2\ e^{\overset{5}{\overline{3}}} \Phi\ e^2$ (¹) et présentant l'aspect général de ceux sur lesquels on a déterminé la face S (fig. 5). Nous avons mesuré :

$S'S''$ sur $p = 39°43'$ (47'.37.46.43.), $S''p = 36°32'$ (32'.33.32).

$$Sd^2 = 7°36' \begin{cases} \text{d'un côté } 7°33' \ (37'.31.30.33.34) \\ \text{de l'autre } 7°40' \ (40'.42.43.39.35) \end{cases}$$

$S''e^{\overset{5}{\overline{3}}} = 39°25'$ (25'. 26. 23), $S''\Phi = 6°5'$ (5'. 11. $\overline{7}$. 6. 12),

$p\Phi = 40°48'$ (42'. 56. 52. 56. 32).

Les trois premières incidences conduisent à :

$$\frac{x}{y} = 1{,}54687, \quad \frac{z}{y} = 0{,}313094.$$

Ces rapports sont presques identiques à ceux relatifs à $S'' = d^{\overset{1}{\overline{13}}} d^{1} b^{\overset{1}{\overline{21}}}$ que nous venons de trouver en biseau sur les arêtes de L. Voici la correspondance :

(¹) La notation $e^{\overset{5}{\overline{3}}}$ n'est qu'approximative.

ANGLES . . .	$S''S''_{\text{sur } p}$	$S''p$	$S''d^2$	$S''e^{\overset{5}{3}}$	$p\Phi$	$S''\Phi$
CALCULÉS. . .	39°34′,5	36°23′	7°41′,5	39°26′	40°44′	5°54′,5
MESURÉS . . .	39°43′	36°32′	7°36′	39°25′	40°48′	6°5′

3°) Des mesures prises sur quelques cristaux du même type nous amènent à admettre en outre dans les cristaux de Rhisnes la présence d'une face $S''' = b^5_L$. Dans le cristal N° 2030 on a pu mesurer avec précision :

$$S'''p_{10\bar{1}} = 68°26' \ (29'.\ 28.\ 26.\ 24.\ 25),$$
$$S'''d^2_{\text{adj.}} = 7°47' \ (47'.\ 48.\ 47.\ 46.\ 45)$$

Dans le cristal N° 3227 on a obtenu :

$$S'''p_{111} = 36°55' \ (53'.\ 59.\ 53.\ 52.\ 56)$$

et $S'''S'''$ sur $p = 40°56'$ (52′. 55. 57. 56. 61).

ANGLES. . . .	$S'''S''''_{\text{sur } p}$	$S'''d^2$	$S'''p_{111}$	$S'''p_{10\bar{1}}$
CALCULÉS. . .	40°55′	7°53′	36°43′	68°26′
MESURÉS . . .	40°56′	7°47′	36°55′	68°26′

Dans un cristal du type représenté par la fig. 6

(N° 6989), les mesures prises sur une face du biseau nous ont donné :

$S'''d^2 = 7°54'$ (51'. 52. 55. 58. 51. 57. 55. 54. 54. 58. 49)
$S'''L = 8°28'$ (30'. 35. 25. 27. 28. 27. 30. 27. 25. 25).

En se reportant au tableau de la page 185, on voit que ces incidences correspondent aussi bien à S'' qu'à $S = b_L^{\frac{37}{7}}$; l'existence de la face S''' *en biseau* sur les arêtes de l'isoscéloèdre est donc douteuse.

4°) Enfin, dans certains cristaux du type représenté par la fig. 6, le biseau nous a donné des incidences conduisant à la notation $S^{\text{IV}} = b_L^6$. Dans l'échantillon N° 150, deux cristaux différents nous ont donné $LS^{\text{IV}} = 7°25'$. Le cristal N° 485, de notation $Ld^2 S^{\text{IV}}\Phi$, nous a donné $LS^{\text{V}} = 7°12'$ (voir le tableau de la page 185).

CRISTAUX PRÉSENTANT LES FACES :

$$\Omega = 32.24.7 = d^{\frac{1}{3}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{21}} = b_L^{\frac{5}{2}}$$

$$\Omega' = 37.27.8 = d^{\frac{1}{3}} d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{24}} = b_L^{\frac{47}{17}}.$$

Dans les faces examinées précédemment de la forme $b_L^{\frac{m}{n}}$, on avait $4 \leqq \frac{m}{n} \leqq 7$; dans les deux formes que nous allons examiner on a : $\frac{m}{n} < 4$.

1°) La face Ω déjà signalée dans d'autres localités et rencontrée aussi par nous dans les cristaux du second gisement (voir page 297) n'a été trouvée ici que dans un seul cristal (N° 492) représenté par la fig. 8. Quoique

nette, Ω est très petite et les mesures ne sont qu'approximatives.

$$\text{Mesuré}: \begin{cases} \Omega e^3 = 13°53' \ (53'.53.51.51.57) \\ \Omega L = 15°33' \ (35'.31.35.31.35) \\ \Omega d^2 = \ \ 8°21' \ (17'.\ 26.\ 9.\ 30.24) \\ L e^3 = 29°21' \ (\ 20'.\ \ 21.\ \ 21\ ) \end{cases} \quad \text{Calculé}: \begin{cases} 13°29' \\ 15°45' \\ \ \ 8°42' \\ 29°14' \end{cases}$$

Les faces L, Ω, e^3 sont nettement en zone.

Le cristal a pour notation $d^2 L p\, e^3 e^{\frac{1}{2}}\, \Omega$; la face $e^{\frac{1}{2}}$ forme un parallélogramme entre deux groupes pd^2. Le cristal présente en outre latéralement des rhomboèdres mal définis qui ont donné avec le clivage adjacent des incidences respectives de :

$$60°50',\ 54°38',\ 53°25',\ 51°8'$$

et correspondent respectivement à $e^{\frac{4}{3}}$, à un rhomboèdre compris entre $e^{\frac{3}{2}}$ et $e^{\frac{5}{3}}$, à $e^{\frac{5}{3}}$ et à $e^{\frac{7}{4}}$.

2°) La face Ω' n'a été observée que sur des cristaux scalénoédriques ou prismatiques terminant des isoscéloèdres L et formés autour d'isoscéloèdres préexistants.

a) La fig. 48 représente un cristal faisant partie d'un beau groupe (N° 302) dont il sera parlé page 262; il a pour notation $L d^2\, e^3\, e^2\, \Phi e^{\frac{17}{7}}\, \Omega'$. La face Ω', un peu courbe, nous a fourni les mesures approximatives suivantes :

$$\Omega' p_{111} = 34°25' \ (26'.23)$$

$$\Omega' d^2_{321} = 8°43' \ (45'.\ 41.\ 43) \quad (^1) \qquad \Omega' d^2_{231} = 33°32' \ (43'.22.30).$$

Cette face, voisine de Ω, de $F = d^{\frac{1}{7}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{13}}$, et de $\Sigma = d^{\frac{1}{17}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{31}}$ (²)

(¹) On suppose la face Ω' placée à droite.

(²) Voir page 231 ce qui est dit à propos des faces F et Σ.

ne peut être supposée identique à l'une d'elles comme l'indique le tableau :

ANGLES	Pour Ω	Pour F	Pour Σ	MESURÉS
avec 111	33°41′	34°47′	35°31′	34°25′
» 321	8°42′	9°40′	10°20′	8°43′
» 231	32°14′	32°35′	32°51′	33°32′

En partant de nos trois mesures, on arrive à :

$$x = 0{,}58056 \qquad y = 0{,}42386 \qquad z = 0{,}12354.$$

On en tire la notation $33.24.7 = d^{\frac{1}{35}}\, d^{\frac{1}{8}}\, b^{\frac{1}{64}}$ qui donne une concordance satisfaisante [1]; mais, si l'on observe que $\frac{x+y}{8}$ est approximativement égal à z, on est tenté de considérer Ω′ comme provenant d'un biseau placé sur les arêtes b de l'isoscéloèdre L. Nous consignons dans le tableau suivant les notations essayées.

Nous avons choisi la notation $37.27.8 = d^{\frac{1}{13}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{24}}$ comme

[1] La face 33.24.7 serait à l'intersection des zones $\bar{2}16\left(d^{1}_{120}\, d^{\frac{8}{5}}_{13.8\,3}\, \xi_{421}\right)$ et $1.3.1\bar{5}\left(\delta_{651}\, e^{\frac{5}{2}}_{031}\right)$.

représentant une modification relativement simple des arêtes du rhomboèdre primitif [1].

ANGLES	CALCULÉS.				MESURÉS
	33.24.7	$14.10\ 3 = b^{\overline{3}}_{L}$	$23.17.5 = b^{\overline{\frac{29}{11}}}_{L}$	$37.27.8 = b^{\overline{\frac{47}{17}}}_{L}$	
Avec p_{111}	34°25′	34°31′	33°56′	34°9′	34°25′
Avec d^{2}_{321}	8°18′	7°49′,5	8°23′	9°1′	8°43′
Avec d^{2}_{231}	33°37′	34°19′	32°51′,5	33°24′,5	33°32′
log. M.	1,4826842	1,1090691	1,3279009	1,5331199	

La face Ω′ se trouve à l'intersection de la zone $1\overline{1}8$ que nous examinons et de la zone $8.\overline{16}.17\left(d^{1}\ d^{\overline{\frac{11}{3}}}_{\text{gauche.}}\right)$. Vers le haut, la face e^{2} déposée ultérieurement se termine par une partie légèrement inclinée sur la verticale à laquelle on peut assigner approximativement la notation $e^{\overline{\frac{17}{7}}} = 881$ (inverse de $e^{\overline{\frac{5}{3}}}$). Calculé : $pe^{\overline{\frac{17}{7}}} = 38°10'$. Mesuré : 37°55′ (49′. 52. 65) [2].

[1] On a aussi essayé les notations simplifiées qui suivent :

$$431 = d^{1}\ d^{\overline{\frac{1}{4}}}\ b^{\overline{\frac{1}{8}}},\quad 25.18.5 = d^{\overline{\frac{1}{2}}}\ d^{\overline{\frac{1}{9}}}\ b^{\overline{\frac{1}{16}}},\quad 10.7.2 = d^{\overline{\frac{1}{2}}}\ d^{\overline{\frac{1}{11}}}\ b^{\overline{\frac{1}{19}}};$$

elles donnent respectivement pour l'angle avec p : 31°54′, 35°15′ et 35°36′.

[2] La notation donnée par le calcul est $31.31.4 = e^{\overline{\frac{22}{9}}}$.

b). $d^2\, e^2\, e^{\frac{5}{2}}\, \Omega'\, \Phi d^{\frac{8}{5}}$.

Cristaux scalénoédriques de couleur très foncée, formés sur des isoscéloèdres, entourés presque toujours incomplètement par un cristal prismatique (fig. 9). Dans le voisinage de e^2 on remarque des facettes très voisines qui, en se confondant, paraissent constituer une face unique courbée dans trois sens, à arêtes d'intersection peu précises avec les faces environnantes; leurs lignes d'intersection mutuelles ne sont presque pas visibles. En général, ces faces ne peuvent fournir des mesures même approximatives; les cristaux N°s 3021 et 3221 nous ont permis de les déterminer. On a rapporté ces facettes au clivage p et à une face d^2. La face Ω' donne deux images parfaitement distinctes et fort nettes (en prenant pour mire la flamme d'une bougie).

Les incidences relatives à la première image sont :

Avec p : 34°43′ (45′. 43. 44. 41) et 34°13′ (17′. 10)
Avec d^2 : 8°41′ (50′. 22. 28. 60. 48. 39) et 8° (0′.0).

Elles correspondent bien à la face Ω' déterminée ci-dessus.

Les faces Φ ont pu donner de bonnes mesures avec mires éloignées :

$p\Phi$. Calculé : 40°44′. Mesuré : 40°56′ (56′. 55. 56. 58. 55)
Φd^2. „ : 13°10′. „ : 13°24′ (22′. 23. 26. 25. 25).

Les faces marquées x n'ont pu donner lieu qu'à des mesures approximatives ; étant en zone avec d^2 et p, elles sont de la forme $d^{\frac{m}{n}}$.

Dans le cristal N° 3221 on a obtenu $px = 35°10'$ (2′. 15. 14) et $d^2x = 5°47'$ (49′. 42. 49). Dans le cristal N° 3021, la face x donnait deux images correspondant à

$$px = \left\{ \begin{array}{l} 6°24' \ (24'.\ 24.\ 24) \\ 6°39' \ (44'.\ 42.\ 36.\ 34) \end{array} \right\} 6°31'.$$

Cette face peut être notée [1] approximativement $d^{\overline{8}}$, avec $pd^{\overline{8}} = 35°47'$ et $d^2\, d^{\overline{8}} = 6°45'$. Entre les faces e^2 et $e^{\overline{3}}_{\overline{2}}$ on aperçoit des images donnant avec p : 37°57′ 38°54′ et 40°44′; ces incidences correspondent aux rhomboèdres $e^{\overline{17}}_{\overline{7}}$ (observé dans le cristal précédent), $e^{\overline{19}}_{\overline{8}}$ (observé à Blaton par M. Sansoni) et $e^{\overline{9}}_{\overline{4}}$. Le calcul donne pour ces angles, respectivement : 38°10′, 38°58′ et 40°56′.

c) Cristal approximativement prismatique modifié par d^2 et Ω′ (N° 55). On y a mesuré :

$\Omega' p$	= 34°42′ (41′.37.42.43.45.49.37).	— Calculé	34°9′
$\Omega' d^2_{321}$	= 8°53′ (50′.56)	„	9°1′
$\Omega' d^2_{231}$	= 33°22′ (18′.21.23.24.24).	„	33°24′

CRISTAUX PRÉSENTANT LA FACE :

$$d = 171.101.34 = d^1\, d^{\overline{102}}_{\overline{1}}\, b^{\overline{69}}_{\overline{1}} = b^{\overline{31}}_{L}{}^{\overline{241}}.$$

Face de la forme $b^{\overline{n}}_{L}{}^{\overline{m}}$, dans laquelle $\frac{m}{n} > 7$. Nous avons décrit dans notre premier Mémoire (page 19) des cristaux présentant une forme voisine de $d^{\overline{2}}_{\overline{3}}$, forme que nous avions représentée par $d^{\overline{13}}_{\overline{19}}$ pour ne pas recourir à une nouvelle notation, malgré une différence de près

[1] La notation $d^{\overline{8}}_{\overline{13}}$ conviendrait mieux, vu que $pd^{\overline{8}}_{\overline{13}} = 35°17'$ et $d^2 d^{\overline{8}}_{\overline{13}} = 6°15'$; mais, vu le peu de précision des mesures, nous avons choisi la notation la plus simple. $d^{\overline{8}}$ occupe une position remarquable; elle est en zone avec L (16.8.3) et e^2 (100).

d'un degré entre l'angle sur e^1 mesuré et celui obtenu par le calcul. Ces cristaux sont toujours striés près des arêtes placées sur e^1 (fig. 9, 1er Mémoire). Nous avons rencontré depuis des cristaux dans lesquels la partie striée, fort étendue, donnait une image nette, qui nous a permis d'y reconnaître la face de l'isoscéloèdre L. Ainsi on a trouvé :

Angle avec d^2 = 13°24′ Calculé : Ld^2 = 13°30′
„ „ $p\bar{o}\bar{1}1$ = 81°7′ „ $Lp\bar{o}\bar{1}1$ = 81°13′.

D'ailleurs, dans plusieurs de ces cristaux, il existe en outre le prisme d^1, et l'on reconnait L aux intersections horizontales qu'il produit avec les faces de ce prisme. Dans quelques cristaux L est très developpé et les faces $d^{\overline{13}}_{19}$, que nous désignerons dorénavant par d, se réduisent à un biseau placé sur les arêtes b de l'isoscéloèdre (N° 6). Enfin, dans un magnifique cristal limpide, ayant plus de 25 millimètres de hauteur (N° 160) et représenté par la fig. 10, l'arête antérieure de d porte la troncature e^3 (pe^3 = 31°4′) et nous avons constaté que les faces L, d et e^3 étaient en zone (¹). Nous avons donc dû abandonner la notation $d^{\overline{13}}_{19}$ et considérer les faces dont il s'agit comme étant de la forme $b^{\overline{n}}_{L}$.

Ici $\frac{m}{n} > 7$ et la formule de transformation est :

$$b^{\overline{n}}_{L} = d^{\overline{m-7n}}\, d^{\overline{9(m+n)}}\, b^{\overline{7m-n}} \quad \text{(Voir page 179).}$$

(¹) Ce cristal, hémitrope par rapport à a^1, a pour notation : $dd^1pb^1c^2e^1e^3Ld^2$.....; il n'y a en réalité qu'une face b^1 très étroite, portée par l'arête b postérieure; cette face n'a pas été reproduite dans le dessin. Nous avons supposé, dans le dessin, la face e^2 latérale commune aux deux individus formant la macle. En réalité ces faces e^2 sont distinctes et placées symétriquement par rapport au plan d'hémitropie. Entre ces faces e^2 on aperçoit de petites facettes d, d^2, p inférieures du cristal supérieur, formant des angles rentrants avec les faces analogues supérieures du cristal inférieur.

En partant exclusivement de l'angle dd sur p, ou en tenant compte de l'angle sur e^1, etc., nous avons été amené à essayer les notations :

$$b_L^{\frac{23}{3}} = 196.116.39 = a^1\, d^{\frac{1}{117}}\, b^{\frac{1}{79}}$$

$$b_L^{\frac{31}{4}} = 176.104.35 = a^1\, d^{\frac{1}{105}}\, b^{\frac{1}{71}}$$

$$b_L^{\frac{241}{31}} = 171.101.34 = d^1\, d^{\frac{1}{102}}\, b^{\frac{1}{69}}$$

$$b_L^{8} = 136.\ 80.27 = d^1\, d^{\frac{1}{81}}\, b^{\frac{1}{55}}.$$

Voici quelques nouvelles mesures prises depuis notre premier Mémoire :

Cristal N° 368. dd^2Lp. dd sur $p = 46°37'$, $Ld = 5°58'$, $d^2d = 9°27'$, $d^2L = 13°24'$, $Lp_{0\bar{1}1} = 81°7'$.

„ N° 4213. dd sur $p = 46°27'$ (24'.24.27.27.31).

„ N° 292. dLd^2e^2.... dd sur $p = 46°33'$(33'.32.35.32.33), $Ld = 5°49'$ (53'.47.47).

„ N° 387. $d^1d^1 = 60°$ ($\bar{2}$'.$\bar{2}$.0.$\bar{1}$.6).

„ N° 5030. $dp = 38°19'$.

„ N° 6982. dpd^1e^2L. dd sur $p = 46°29'$, dd sur $e^1 = 69°27'$, $dp = 38°20'$.

Voici le tableau de comparaison pour les différentes notations essayées [1].

[1] Si l'on considère la projection stéréographique de la calcite, on remarque que l'on peut obtenir des pôles très voisins de $d^{\frac{3}{2}}$ sur la zone LL, en joignant a^1 aux pôles des différentes formes $d^{\frac{m}{n}}$ comprises entre d^1 et $d^{\frac{3}{2}}$ et voisines de cette dernière. En général, la zone $a^1\, d^{\frac{m}{n}}$ coupe la zone LL en un point qui qui est le pôle de la forme $b_L^{\frac{m+2n}{m-n}}$. Les formes $d^{\frac{m}{n}}$ plus voisines de $d^{\frac{3}{2}}$ sont

ANGLES	CALCULÉS						MESURÉS				
	$b_L^7 = d^{\frac{3}{2}}$	$d^{\frac{19}{13}}$	$b_L^{\frac{23}{3}}$	$b_L^{\frac{31}{4}}$	$b_L^{\frac{241}{31}}$	b_L^8	Anciennes mesures	Nouvelles mesures			
Sur p	45°32′	46°29′	46°35′	46°42′	46°44′	47°3′	46°33′	46°37′	46°27′	46°33′	46°29′
Sur e^1	70°59′	70°26′	69°58′	69°51′	69°49′	69°31′	69°35′	69°27′			
Avec p. . . .	37°55′	38°47′	38°12′	38°14′	38°14′	38°19′	38°26′	38°19′	38°20′		
Avec d^2 . . .	8°53′	9°45′	9°10′	9°12′,5	9°13′	9°18′,5	9°45′	9°27′	9°16′		
Avec L	6°28′	6°2′	5°56′	5°53′	5°52′	5°43′		5°58′	5°49′		
log. M		1,4853109	2,2435024	2,1967601	2,1842267	2,0846189					

La notation b^{8}_{L}, qui est relativement la plus simple, donne une assez bonne concordance, sauf pour l'angle sur p qui est d'un $^1/_2$ degré trop fort. Nous choisissons la notation $d = d^1\, d^{\overline{102}}\, b^{\overline{69}}$. La face d se trouve à l'intersection de la zone LL et de la zone $a^2\, d^{\overline{7}}$ (37. $\overline{65}$. 7).

Les cristaux présentant la face d sont quelquefois d'une limpidité remarquable. Leur hauteur varie depuis 3 jusqu'à 35 millimètres.

En résumé, en marchant de e^3 vers L, nous rencontrons sur la zone LL les formes suivantes :

	$e^3 = b^1_L$,	$\Omega = b^{\overline{2}}_L$,	$\Omega' = b^{\overline{17}}_L$,	$z = b^4_L$,	$S' = b^{\overline{3}}_L$,
Angle avec L.	29°14′	15°45′	14°32′	10°40′	9°57′

$S'' = b^{\overline{5}}_L$,	$S''' = b^5_L$,	$S = b^{\overline{7}}_L$,	$S^{\text{IV}} = b^6_L$,	$d^{\overline{2}} = b^7_L$,	$d = b^{\overline{31}}_L$
9°27′	8°46′	8°21′	7°27′	6°28′	5°52′

La figure 11 montre la position des pôles de ces différentes faces sur le cercle de zone LL. Ces formes sont très voisines; les faces S' et S'' se rapprochent beaucoup

$d^{\overline{13}}$, $d^{\overline{7}}$ et $d^{\overline{8}}$. En joignant $d^{\overline{13}}$ à a^1, on obtient, sur la zone LL, $b^{7.5}_L = 256.152.51$ (*log.* $M = 2{,}3596694$), qui s'approche trop de $d^{\overline{2}}$, vu que l'angle sur e^1 serait de 70°12′. Si l'on opère de même sur $d^{\overline{7}}$, on obtient b^{8}_L relaté ci-dessus. Enfin $d^{\overline{8}}$ donne lieu à $b^{9}_L = 76.44.15$. (*log.* $M = 1{,}8313420$), qui, rapporté au rhomboèdre primitif, a la notation relativement simple $d^1\, d^{\overline{45}} b^{\overline{34}}$; mais les incidences calculées s'éloignent trop des angles obtenus par la mesure; on obtient : angle sur $p = 48°14'$ et angle sur $e^1 = 68°22'$.

de z par leur aspect; les faces S''', S, S^{IV} et d se groupent autour de $\overset{3}{d^2}$. Rarement on trouve dans le même cristal plus d'une face de biseau pouvant fournir des mesures de l'angle qu'elle fait avec L. Dans l'échantillon N° 476, on a pu prendre des mesures assez bonnes sur des faces appartenant à deux biseaux différents; on a trouvé 8°14′ (11′.16.16.15.13) et 8°55′ (55′.59.57.51.53); le premier biseau correspond à S, le second à S''.

Faces par lesquelles se terminent les cristaux :

$$Lz,\ LS',\ LS''.$$

Les cristaux portant sur l'isoscéloèdre L des modifications de la forme $b^{\frac{m}{n}}_{L}$ peuvent se ranger en deux catégories. Dans la première se placent les cristaux portant $\overset{3}{d^2}$, S, d, S''' ou S^{IV}; ces cristaux sont terminés par les faces d^2 (fig. 6) et les arêtes d'intersection de ces faces avec $b^{\frac{m}{n}}_{L}$ sont toujours nettement tracées; quelquefois les faces d^2 y fournissent des images d'une netteté parfaite. Dans la seconde catégorie se placent les cristaux présentant les faces z, S' ou S''; ces cristaux ne se terminent jamais par les faces d^2, mais par des facettes voisines de d^2, souvent en assez grand nombre pour donner avec L une intersection courbe (fig. 7). L'angle que ces faces font avec L varie entre 10°43′, pour la face située le plus bas, à 11°47′ pour la face supérieure; dans un seul cas nous avons pu déterminer une face intermédiaire faisant avec L un angle de 11°8′. Comme l'angle $Ld^2 = 13°30'$, on voit qu'il y a un écart assez grand qui ne permet pas de confondre avec d^2 les faces

dont nous allons nous occuper. Nous désignons par c la facette inférieure, par c' la moyenne et par c'' la supérieure. L'intersection d'une face c avec la face $b^{\frac{m}{n}}_{L}$ adjacente n'est jamais apparente (fig. 7), ce qui fait distinguer de suite ces cristaux de ceux de la première catégorie. Les faces c se trouvent sur la zone $a^1 d^2 z$ ou très près de cette zone, de sorte que leur intersection avec z, si elle était apparente, serait horizontale ou à peu près. D'ailleurs, on peut distinguer à simple vue une de ces faces c, lorsqu'elle est isolée, de d^2 à l'angle que l'arête d'intersection avec L fait avec l'arête LL antérieure. On a, fig. 12 :

	pour d^2	pour c''	pour c
$\alpha =$	146°9′	153°45′	164°42′
$\beta =$	30°42′	24°1′	14°5′.

Ces cristaux ne sont presque jamais simples comme le montrent les fig. 7 et 14; ordinairement ils se terminent vers le haut par un petit cristal Lp.

Cristaux présentant la face :

$$c = 99.\,65.\,25 = d^{\frac{1}{36}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{65}}.$$

Les cristaux portant la face c ont ordinairement pour notation Lzc; rarement dans cette combinaison z est remplacé par S'' ou S'.

Le premier cristal dans lequel nous avons rencontré c (N° 378) est représenté par la fig. 14. On y avait mesuré $Lc_{\text{adj.}} = 10°43'$, $Lc_{\text{opp.}} = 48°19'$, $pc = 33°36'$. On en déduit $\frac{x}{y} = 1{,}5247$, $\frac{z}{y} = 0{,}3848$. Si l'on prend approximativement $\frac{x}{y} = 1{,}5$, $\frac{z}{y} = 0{,}4$, on trouve le scalénoèdre

15. 10. 4 dont il va être parlé; mais l'approximation n'est pas suffisante, vu le degré d'exactitude des mesures (voir le tableau qui suit); en outre, si l'on part des caractéristiques compliquées données par le calcul, on trouve pour les trois angles que nous venons de citer: 10°36', 48°18' et 33°34'; on voit que la concordance est excellente. Depuis nous avons mesuré dans le même cristal : $cp_{\bar{011}} = 85°27'$ (24'. 29. 27. 29).

Voici d'autres mesures :

N° 74. cc sur $p = 37°42'$ (38'. 42. 37. 34. 52. 45. 45), $Lc = 10°50'$, $pc = 34°$ environ;

N° 3. cc sur $p = 38°$ environ, $Lc = 10°46'$;

N° 30bis. $Lc = 10°44'$ (43'. 43. 42. 43. 47).

N° 6712. Lzc enveloppé partiellement par Lpa^1. Mesuré : $Lc = 10°42'$.

N° 121. $Lc = 10°38'$.

N° 400. $Lc = 10°41'$.

Les différentes notations essayées sont (¹) :

$$15.10.4 = d^{\frac{1}{16}}\, d^1\, b^{\frac{1}{29}}, \quad 39.26.10 = d^{\frac{1}{14}}\, d^1\, b^{\frac{1}{28}},$$

$$12.\ 8.\ 3 = d^{\frac{1}{13}}\, d^1\, b^{\frac{1}{25}}, \quad 55.36.14 = d^{\frac{1}{20}}\, d^1\, b^{\frac{1}{35}}$$

$$\text{et} \quad 99.65.25 = d^{\frac{1}{36}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{63}}.$$

Voici la correspondance :

(¹) Les trois premières notations représentent des faces appartenant à la zone a^1zd^2 pouvant être représentées symboliquement, la première par $z + 7d^2$, la deuxième par $z + 5d^2$ et la troisième par $z + 4d^2$ (Voir page 172).

ANGLES	CALCULÉS.					MESURÉS	
	15 10.4	39.26.10	12.8.3	55.36.14	99.65.25		
Avec $L_{16.8.3}$	11°31′	11°18′	11°10′	10°34′	10°39′	10°43′	10°44′
» $L_{8.16.3}$	47°37′	47°37′,5	47°38′,5	48°22′	48°15′	48°19′	
» p_{111}	32°32′	33°5′,5	33°27′	33°29′	33°32′	33°36′	
» $p_{0\bar{1}1}$	85°19′	85°45′,5	86°2′,5	85°18′	85°28′,5	85°27′	
Sur p	36°28′5	36°36′	36°40′	38°5′,5	37°52′	37°42′	
log. M	1,1410189	1,5545806	1,0418386	1,7026234	1,9577863		

La notation 55. 36. 14 convient assez bien, sauf pour l'angle cL qui est trop faible si on le compare aux résultats obtenus dans tous les cristaux mesurés. Nous adoptons la notation $c = 99.\ 65.\ 25 = d^{\frac{1}{56}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{65}}$.

La face c se trouve à l'intersection des zones $d^2\ b^{\frac{9}{5}}\ (5\overline{8}1)$, $e^3_{0\bar{4}1}\ e^{\frac{13}{5}}_{661}\ (\bar{5}.\ 3.\ 12)$, $p_{0\bar{1}1}\ d^{\frac{7}{4}}\ (\overline{10}.\ 11.\ 11)$ et $d^{\frac{5}{3}}\ e^{\frac{3}{2}}_{501}\ (5.\ 2.\ \overline{25})$.

Cristal présentant la face :

$$c' = 15.\ 10.\ 4 = d^{\overline{16}}\ d^{1}\ b^{\overline{29}}.$$

Le cristal N° 331, $LS''c'$, nous a donné les mesures suivantes :

$$Lc' = 11°14'\ (12'.14.14.14.14),\ p_{111}c' = 32°33'(38'.36.33.31.29),$$

$$p_{0\bar{1}1}c' = 85°4'\ (\bar{2}'.6.8.12.\bar{5}),\quad p_{\bar{1}01}c' = 107°24'.$$

La notation 15. 10. 4 (¹) convient fort bien, comme le montre la correspondance suivante :

(¹) Cette forme a été signalée par M. Sansoni à Blaton (*Bull. de l'Acad. de Belg.*, loc. cit. pages 292, 293 et 297). La face trouvée par M. Sansoni paraît mieux répondre à la notation : $39.26.10 = d^{\overline{14}}\ d^{1}\ b^{\overline{25}} = z + 5d^{2}$, notation qui est plus simple que celle qui a été adoptée, lorsqu'on rapporte les faces aux arêtes du rhomboèdre primitif.

Voici la correspondance :

Angles	Calc. pr $d^{\overline{16}}d^{1}\ b^{\overline{29}}$	Calc. pr $d^{\overline{14}}d^{1}\ b^{\overline{25}}$	Mesuré (Sansoni)
Avec d^{2}. .	3°55′	4°32′,5	4°50′
Avec e^{2}. .	25°23′	25°	25°12′ 26°8′ 26°52′

Seulement, si l'on adoptait la seconde notation, la face de Blaton cesserait de se trouver sur la zone $e^{2}_{110}F_{20.15.4}$ dont l'exactitude a été vérifiée dans toutes les parties du cristal ; malheureusement la face F elle-même n'a pu être déterminée qu'approximativement.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
$L\ c'$	11°31′	11°14′
$p_{111}c'$	32°32′	32°33′
$p_{0\bar{1}1}c'$	85°19′	85°4′
$p_{\bar{1}01}c'$	107°23′,5	107°24′

La face c' se trouve à l'intersection des zones :

$$a^1zd^2\ (2\bar{3}0),\quad d^1_{120}\ e^{\frac{11}{4}}_{551}\ d^{\frac{7}{4}}_{11\,7.5}\ (\bar{2}.\ 1.\ 5),\quad e^2_{110}\ F_{20.15\ 4}\ (\bar{4}45).$$

Cristaux présentant la face :

$$c'' = 41.\ 27.\ 12 = d^{\frac{1}{43}}\ d^1\ b^{\frac{1}{80}}.$$

Ces cristaux, semblables aux précédents, (fig. 7) ont en général pour notation $LS''c''$; rarement S'' y est remplacé par S' ou z.

On a mesuré :

N° 6352. $Lc'' = 11°47'$ (50′. 47. 46. 47. 47),
$c''c''$ sur $p = 36°49'$ (49′. 47. 51. 48. 50),
$pc'' = 31°34'$ (36′. 38. 33. 29. 34).

N° 202. $Lc'' = 11°42'$ (41′. 44. 41. 43. 41),
$c''c''$ sur $p = 37°10'$ (9′. 11. 8. 10. 12).

N° 47. $Lc'' = 11°50'$.

N° 339. $Lc'' = 11°42'$.

N° 281. $Lc'' = 11°36'$.

Les incidences obtenues dans le premier cristal conduisent à :

$$\frac{x}{y} = 1{,}51128 \quad \text{et} \quad \frac{z}{y} = 0{,}433522.$$

Les notations essayées sont :

$$21.14.6 = d^{\overset{1}{\overline{22}}}\, d^{1}\, b^{\overset{1}{\overline{41}}} = z + 13\, d^{2}, \qquad 82.54.23 = d^{\overset{1}{\overline{29}}}\, d^{1}\, b^{\overset{1}{\overline{55}}},$$

$$41.27.12 = d^{\overset{1}{\overline{45}}}\, d^{1}\, b^{\overset{1}{\overline{80}}}, \qquad 45.30.13 = d^{\overset{1}{\overline{47}}}\, d^{\overset{1}{\overline{2}}}\, b^{\overset{1}{\overline{88}}}$$

$$\text{et} \quad 24.16.7 = d^{\overset{1}{\overline{25}}}\, d^{1}\, b^{\overset{1}{\overline{47}}}.$$

Voici la correspondance :

ANGLES	CALCULÉS					MESURÉS
	24.16.7	21.14.6	45.30.13	82.54.23	41.27.12	
Avec *L*	12°10′	12°	12°5′	11°26′	11°47′	11°47′. 11°42′
Sur *p*	36°9′,5	36°14′	36°12′	37°17′	37°7′	36°49′ 37°10′
Avec *p*	31°11′	31°30′,5	31°20′	31°59′	31°20′	31°34′
log. M	1,3487691	1,2898890	1,6213541	1,8800461	1,5808307	

Nous choisissons la notation $41.27.12 = d^{\overset{1}{\overline{45}}}\, d^{1}\, b^{\overset{1}{\overline{80}}}$.
La face c'' se trouve à l'intersection des zones :

$$a^{1} d^{2}\, (3\overline{5}1) \quad \text{et} \quad d^{\overset{7}{\overline{4}}}_{11.7.3}\, e^{2.4.3}_{3}\, (3.\overline{9}.10).$$

Dans le cristal N° 72, on a pu obtenir pour une facette terminale deux images nettes donnant $Lc = 10°49'$ et $Lc'' = 11°54'$. Ce cristal a pour notation $LS'cc''$.

Cristaux présentant la face :

$$\Psi = 22.15.4 = d^{\frac{1}{4}}\ d^{\frac{1}{25}}\ b^{\frac{1}{41}}.$$

Les cristaux portant sur l'isoscéloèdre L le biseau z, S' ou S'' et qui se terminent vers le haut par les facettes c que nous venons d'étudier, montrent souvent, vers le bas de la face $b^{\frac{m}{n}}_{L}$, une facette Ψ dont l'intersection avec cette dernière est invisible (fig. 13). Le cristal N° 47, de notation $LS'c''\Psi$ montre l'agencement des faces S', c'' et Ψ. Ces faces ont un éclat particulier et paraissent constituer une face unique, déposée dans le voisinage de l'arête LL antérieure (b), un peu courbée vers le haut et vers le bas. La face L représentée par la fig. 13 se compose de deux parties situées à des niveaux tant soit peu différents; la partie D, qui est la primitive, est plus nette que A qui se trouve à un niveau un peu supérieur; A se termine vers le bas par une ligne brisée dont les côtés paraissent être parallèles alternativement aux arêtes d et B de l'isoscéloèdre. Les faces S', c'' et Ψ sont venues se déposer entre les plans D et A près de l'arête b. Sur l'autre face L adjacente à b, il n'y a ni dépôt ni faces modifiantes [1]. On n'a pu prendre des

[1] On peut calculer approximativement l'épaisseur du dépôt ultérieur. Si l est la largeur de la face S' déposée et x l'épaisseur de la couche parallèle à L, on a : $x = l \sin \widehat{LS'}$. Or, $l = \frac{1}{5}$ de millimètre environ et $LS' = 9°57'$; on en conclut que $x = \frac{1}{30}$ de millimètre environ. Observons aussi que partout

mesures relatives à Ψ que sur deux cristaux. Le N° 378 représenté par la fig. 14 nous a donné :

$$\Psi L_{16\,8,3} = 11°45' \ (43'.\ 56.\ 47.\ 37.\ 43)$$
$$\Psi L_{8.16.3} = 46°58' \ (63'.\ 59.\ 53.\ 56)$$
$$\Psi p \quad = 37°34'.$$

Ces incidences correspondent à la face $\Psi = 22.\ 15.\ 4$ trouvée par Hessenberg sur des cristaux de Rossie (État de New-York), comme le montre la correspondance qui va suivre.

Cependant, il nous semble que la face Ψ déterminée dans nos cristaux est en zone avec les faces $L = 16.8.3$ et $L' = 8\bar{8}3$. Nous avons essayé de ramener la face Ψ à la zone LL' dont il s'agit. Toute face de cette zone est de la forme :

$$mL - nL' = \left(e_{\frac{m-n}{n}}\right)_L = 8\ (2\,m - n).\ 8\ (m + n).\ 3\ (m - n)$$
$$= d^{\frac{1}{7\,(m-n)}}\ d^{\frac{1}{9\,n-m}}\ b^{\frac{1}{9\,m-n}}.$$

Dans notre cas (voir page 173) :

$$\frac{m}{n} = \frac{\sin \widehat{\Psi L'}}{\sin \widehat{\Psi L}} = \frac{\sin 70°13'}{\sin 11°45'} = 4{,}6208\,;$$

de sorte que $\Psi = (e_{3,6208})_L$.

l'ensemble $c''S'\Psi$ fait avec la face L sur laquelle il s'est déposé un angle de 10° à 12°.

La face L déposée en second lieu montre des figures à peu près triangulaires, dont les longs côtés sont formés par deux systèmes de droites parallèles se croisant entre eux sous un angle de quelques degrés. Le système supérieur est parallèle à l'arête Lc'', car, dans un cristal voisin, on perçoit au dessus de ces droites un miroitement simultané avec la face c''. Le système inférieur nous paraît parallèle à l'arête Ld^2.

Les notations essayées sont :

$$D = (e_4)_L = 6.4.1 = d^{\frac{1}{7}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{11}}$$

$$\left(e_{\frac{15}{4}}\right)_L = d^{\frac{1}{105}} d^{\frac{1}{17}} b^{\frac{1}{167}}, \quad \left(e_{\frac{52}{9}}\right)_L = d^{\frac{1}{28}} d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{45}}, \quad \left(e_{\frac{7}{2}}\right)_L = d^{\frac{1}{49}} d^{\frac{1}{9}}\, b^{\frac{1}{79}}.$$

Voici la correspondance :

ANGLES	CALCULÉS					MESURÉS
	$D=\left(e_4\right)_L$	$\left(e_{\frac{15}{4}}\right)_L$	$\left(e_{\frac{52}{9}}\right)_L$	$\left(e_{\frac{7}{2}}\right)_L$	$\Psi = 22.15.4$	
Avec 16.8.3	10°47′	11°24′	11°56′	12°6′	11°36′,5	11°45′
» 8.16.3	48°4′	47°28′	46°57′	46°48′	47°1′	46°58′
» p	38°13′	38°5′	37°59′	37°57′	37°4′	37°34′

On voit que la notation $\left(e_{\frac{52}{9}}\right)_L = d^{\frac{1}{28}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{45}}$ conviendrait fort bien pour représenter la face dont il s'agit (¹); comme les mesures ne sont pas susceptibles d'une grande précision, nous avons laissé subsister le symbole plus simple $\Psi = 22.15.4 = d^{\frac{1}{4}}\, d^{\frac{1}{25}}\, b^{\frac{1}{41}}$ (²).

(¹) Ainsi notée, la face en question serait à l'intersection des zones $L\, e^{\frac{7}{5}}$ et $e^{2}_{110}\, X_{25.2.12}$ $(\overline{12}.12.23)$.

(²) Pour que la face 22.15.4 puisse faire partie d'une zone ayant pour axe l'arête B d'un isoscéloèdre, il faudrait que ce dernier eût pour notation $58.29.12 = d^{\frac{1}{4}}\, a^{\frac{1}{55}}\, b^{\frac{1}{25}}$; l'angle dièdre de ses arêtes culminantes serait de 58°9′ et l'angle sur d^1 de 27°14′.

La face Ψ se trouve à l'intersection des zones :

$$d^1\, Dd^4_{433}\,(1\bar{2}2),\quad d^{\frac{3}{2}}_{331}\, k_{\bar{2}10}\,(1.2.\overline{13}) \text{ et } e^2_{010}\, \varphi_{11.5.2}\,(2.0.\overline{11}).$$

Le cristal N° 153, complet et ayant environ 27 millimètres de hauteur répond à la notation $Lpa^1\Psi$; il n'y a qu'une seule face Ψ qui a donné :

$$L\Psi_{adj} = 11°14'\ (11'.\,35.\,35.\,18.\,18.\,31.\,19).$$

Formes provenant d'un biseau placé sur les arêtes B de l'isoscéloèdre L.

La zone qui a pour axe l'arête B de l'isoscéloèdre L a pour équation $\bar{2}18$. Toute modification de l'angle e latéral de L peut s'écrire (page 170) :

$$hkl = \left(d^{\frac{1}{h-2k}}\, d^{\frac{1}{h+k}}\, B^{\frac{1}{2h-k-8l}}\right)_L$$

et, comme ici $2\,h - k - 8\,l = 0$, il vient :

$$hkl = B_L^{\frac{h+k}{h-2k}}.$$

Réciproquement

$$B_L^{\frac{m}{n}} = 8\,(n+2\,m).\ 8\,(m-n).\ 3\,(m+n) = \left\{d^{\frac{1}{m+9n}}\, d^{\frac{1}{n+9m}}\, b^{\frac{1}{7(m+n)}}\right\}_p.$$

Les formes $b_L^{\frac{m}{n}}$ et $B_L^{\frac{m}{n}}$ sont évidemment inverses ; ainsi la face $\psi = d^{\frac{1}{2}}\, d^{\frac{1}{8}}\, b^{\frac{1}{7}} = B_L^7$ est l'inverse de $d^{\frac{3}{2}} = b_L^7$.

Cristaux présentant les faces :

$$e_{\frac{3}{7}} = 14.4.3 = B_L^5 \quad \text{et} \quad l = 24.8.5 = d^{\frac{1}{13}}\, d^{\frac{1}{37}}\, b^{\frac{1}{35}} = B_L^4.$$

Ces faces sont rares et mal développées; les notations

que nous leur assignons doivent être considérées comme douteuses. Il n'y a que six cristaux qui présentent les modifications dont il s'agit et la face de forme $B_L^{\frac{m}{n}}$ n'est réfléchissante que dans un seul cristal. Voici les quelques mesures prises sur ces cristaux.

N° 15. Fragment d'un grand cristal analogue à celui qui est représenté par la fig. 15. On y a mesuré [1] :

$$ll \text{ sur } e^1 = 36°26' \ (26'.\ 23.\ 15.\ 24.\ 40),$$
$$le^2_{100} = 23°57' \ (39'.\ 77.\ 70.\ 51.\ 48),$$
$$lp_{111} = 47°22' \ (69'.\ 49.\ 9.\ \overline{22}.\ 6).$$

En se reportant au tableau de correspondance placé plus loin, on voit que la face l correspond assez bien à B_L^4. Ainsi notée, elle se trouve à l'intersection des zones $Le^{\frac{7}{5}}$ $(\overline{2}18)$ et $a^1\ e_2\ b^{\frac{3}{2}}$ .... $(1\overline{3}0)$. La face l est l'inverse de la face z dont il a été question page 180.

La fig. 15 montre un cristal (N° 528) hémitrope par rapport à a^1, à faces ternes mais bien dessinées, ayant 16 millimètres de hauteur au-dessus du plan d'hémitropie; il présente la combinaison $d^2\ pe^2\ e^{\frac{7}{5}}\ LlM$. (En ce qui concerne la face M, voir page 233).

N° 523. C'est le seul cristal trouvé dans lequel L portait un biseau placé sur les arêtes B, ayant une face réfléchissante. Malheureusement la face 16.8.3 adjacente à la face en question donne des images multiples. La face $B_L^{\frac{m}{n}}$ elle-même donne des images diffuses lorsque la

[1] Les faces du cristal sont ternes; on n'a pu obtenir des mesures qu'en enduisant d'une légère couche d'huile les faces de l'angle à mesurer et en noircissant les faces voisines.

rotation du cristal s'effectue autour de certains axes. D'après les angles obtenus par la mesure, on est amené à conclure qu'outre la face l ce cristal porte la face $e_{\frac{3}{7}} = B^3_L$ (¹); cependant nous n'avons pu réussir à distinguer deux images lorsque le cristal tourne autour de l'arête B de l'isoscéloèdre. La face $L = 8.16.3$ est parfaitement réfléchissante, d^2, quoique petite, donne une image nette, de sorte que les angles les plus sûrs sont ceux que la face à déterminer fait avec 8.16.3, avec d^2 et avec les clivages. On a obtenu :

$$\text{Angles avec}\begin{cases} p_{10\bar{1}} = 61°35' \ (39'.\ 38.\ 35.\ 34.\ 31) \\ p_{\bar{1}\bar{1}1} = 132°26' \ (27'.\ 24.\ 22.\ 31.\ 25), \text{ ou angle avec } p_{111} = 47\ 34' \\ d^2 = 22°56' \ (43'.\ 57.\ 56.\ 67.\ 59) \\ l_{8.16.3} = 71\ 59' \ (58'.\ 62.\ 58.\ 57) \\ l_{\bar{8}\bar{8}3} = 44.41' \ (39'.\ 41.\ 45.\ 40.\ 39). \text{ Autre image } 46°24' \end{cases}$$

En comparant ces résultats au tableau qui suit, on voit que les trois premières mesures correspondent assez

(¹) Cette forme a été signalée pour la première fois par M. Sansoni à Blaton (*loc. cit.* pages 291, 295, 296). Rapportée aux faces $20\bar{1}$ et $22\bar{1}$ du rhomboèdre e^1, elle peut s'écrire symboliquement 52 (voir p. 172), de sorte qu'elle provient d'un biseau, sur les arêtes latérales du rhomboèdre e^1, représenté par $d^{\frac{5}{2}}_{e^1}$. En général toute face de la forme $e_{\frac{m}{n}}$ $\left(\frac{m}{n} < 1\right)$ peut s'écrire : $2n.\ n-m.\ m$; puis, par les formules de transformation données p. 171, $\left(e_{\frac{m}{n}}\right)_p = d^{\frac{n+m}{n-m}}_{e^1}$; ainsi $e_{\frac{1}{3}}$ est le métastatique d^2 du rhomboèdre e^1. La face $e_{\frac{3}{7}}$ est très voisine de $e_{\frac{2}{5}}$, car $e_{\frac{3}{7}}\ e_{\frac{2}{5}} = 1°12'20''$.

bien à B^4_L, la quatrième à $e_{\frac{3}{7}}$ et la dernière paraît accuser l'existence simultanée des deux formes. Ce cristal sera noté: $l\, d^2 l e_{\frac{3}{7}}$. On a essayé les notations :

$$B^5_L = 44.16.9 = d^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{25}} b^{\frac{1}{21}}, \qquad log.\, M = 1{,}5981211$$

$$B^4_L = 24.\ 8.5 = d^{\frac{1}{13}} d^{\frac{1}{37}} b^{\frac{1}{33}}, \qquad log.\, M = 1{,}3377476$$

$$B^{\frac{11}{3}}_L = 100.32.21 = d^{\frac{1}{19}} d^{\frac{1}{51}} b^{\frac{1}{49}}, \qquad log.\, M = 1{,}9589414$$

$$B^3_L = 14.\ 4.\ 3 = e_{\frac{3}{7}}, \qquad log.\, M = 1{,}1090691$$

ANGLES	CALCULÉS				MESURÉS	
	B^5_L	B^4_L	$B^{\frac{11}{3}}_L$	$B^3_L = e_{\frac{3}{7}}$		
Sur e^1	40°55′	37°7′	35°28′	31°16′	36°26′	
Avec e^2_{100}	24°44′,5	23°14′	22°35′	21°1′	23°57′	
» $p_{10\bar{1}}$	61°43′	61°21′	61°12′	60°51′	61°35′	
» p_{111}	45°56′,5	46°59′,5	47°28′	48°42′	47°22′	47°34′
» d^2	20°26′	22°5′,5	22°50′	24°43′	22°56′	
» $L(8.16\ 3)$	67°	68°51′	69°39′	71°42′	71°59′	
» $L(\bar{8}\bar{8}3)$	49°42′	47°47′	46°58′	44°52′	44°41′	46°24′

N° 348. — $d^{\frac{3}{2}}\, d^{2}\, e^{\frac{7}{5}}\, l\, p\, e^{1}\, e^{\frac{6}{11}}$. Dans ce cristal, dont il a été question à propos du rhomboèdre $e^{\frac{6}{11}}$ (page 190), on reconnaît l à ce qu'elle coupe $e^{\frac{7}{5}}$ suivant sa ligne de pente et à l'angle approximatif $l\, e^{\frac{7}{5}} = 18°$ à $19°$.

N° 81. Analogue au précédent. Mesuré : $l\, e^{\frac{7}{5}} = 17°48'$ (¹).

Remarque. Les modifications provenant d'un biseau sur les arêtes B de l'isoscéloèdre L ont ceci de particulier que les segments interceptés par leurs faces sur l'arête b et sur une arête d du rhomboèdre primitif sont à peu près égaux, c'est-à-dire que ces modifications sont à peu près de la forme $e_{\frac{p}{q}}$. Effectivement le rapport entre les deux caractéristiques de décroissement auquel nous faisons allusion est, dans $B_L^{\frac{m}{n}}$, $\frac{9\,m + n}{7\,(m + n)}$ (voir page 215); or ce rapport croît depuis $\frac{5}{7}$ jusqu'à $\frac{9}{7}$ lorsque $\frac{m}{n}$ varie depuis 1 jusqu'à ∞, en devenant égal à l'unité pour $\frac{m}{n} = 3$; il ne peut donc jamais s'éloigner beaucoup de l'unité, surtout si l'on considère des formes voisines de $e^{\frac{5}{7}} = B_L^{5}$. Ainsi la face $B_L^{5} = d^{\frac{1}{7}}\, d^{\frac{1}{25}}\, b^{\frac{1}{21}}$ peut s'écrire approximativement $e_{\frac{1}{5}}$.

(¹) Cette mesure donne ll sur $e^{1} = 35°36'$. Cette incidence, ainsi que plusieurs de celles qui ont été obtenues précédemment, se rapporte mieux à $B_L^{\frac{11}{5}}$ qu'à B_L^{4} (voir le tableau de la page 218); mais, vu le peu d'exactitude dont les mesures sont susceptibles, il est inutile de compliquer les notations.

Formes dont les faces appartiennent à la zone déterminée par les faces 16.8.3 et 8.16.$\bar{3}$ de l'isoscéloèdre L.

Cette zone, qui comprend aussi la face e^2 antérieure, a pour notation $\bar{3}38$; toute face appartenant à cette zone peut s'écrire :

$$L + me^2 = (16 + m)(8 + m)\,3$$
$$= d^{\frac{1}{m+21}}\, d^{\frac{1}{m-3}}\, b^{\frac{1}{2m+27}}, \text{ si } m > 3$$
$$= d^{\frac{1}{3-m}}\, d^{\frac{1}{2m+27}}\, b^{\frac{1}{m+21}}, \text{ si } m < 3$$
$$= d^{\frac{11}{8}} \qquad\qquad , \text{ si } m = 3$$

CRISTAUX PRÉSENTANT LA FACE

$$\Phi = 25.17.3 = d^{\frac{1}{2}}\, d^{\frac{1}{10}}\, b^{\frac{1}{15}} = L + 9e^2.$$

a) Les figures 16 et 17 montrent la forme générale des cristaux portant Φ en facettes de troncature des arêtes Le^2; leur notation est $L\,d^2e^2\Phi$ ou $L\,d^2e^5\Phi e^2$. Les faces Φ, ordinairement peu étendues, sont quelquefois bien nettes, mais rarement bien réfléchissantes; les cristaux qui les portent ont des dimensions très variables.

On a mesuré :

$$\Phi L = 12°24' \ (27'.\,23.\,22),$$
$$\Phi d^2 = 13°7' \ (9'.\,10.\,6.\,4.\,4).$$

Voici d'autres mesures moins exactes :

$$\Phi L = 12°39' \ (35'.32.\,35.\,38.\,41.\,44.\,44.\,44.\,43.\,42),$$
$$p\Phi = 40°21' \ (22'.22.\,21.\,20.\,20),$$
$$\Phi L = 12°36'.$$

Ces incidences conduisent à la forme connue $\Phi = 25.17.3$, avec la correspondance :

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
$\Phi\ L$	12°25′	12°24′
$p\ \Phi$	40°44′	40°21′
Φd^2	13°10′	13°7′

b) Nous avons vu précédemment (page 186 et fig. 5) que les faces Φ affectent des cristaux $S\,d^2\,e^{\frac{7}{5}}$; la fig. 18 montre la combinaison $LS\Phi d^2$. Ici la face e^2 manque et Φ se présente comme troncature de l'arête (16.8.3) (8.16.$\bar{3}$). Mesures approximatives : $LS = 8°33'$ (34′. 31. 33. 37. 28) ; dans la mesure de $L\Phi$ on aperçoit (¹) deux images donnant respectivement 12°30′ et 10°18′. Lorsque la face Φ se présente, comme dans le cas actuel, sous forme de troncature de l'arête (16.8.3) (8.16.$\bar{3}$), à la loupe on y aperçoit toujours une ligne de suture, ce qui explique la double image dont nous venons de parler. La première incidence correspond à Φ ; la seconde paraît accuser l'existence d'une face $L + me^2$, avec $m < 9$; on trouve en effet pour :

$$L + 6e^2 = 22.14.3 = d^1\,d^{\frac{1}{9}}\,b^{\frac{1}{13}} : \text{angle avec } L = 9°26'$$

et pour

$$L + 7e^2 = 23.15.3 = d^{\frac{1}{4}}\,d^{\frac{1}{28}}\,b^{\frac{1}{41}} : \text{angle avec } L = 10°31'.$$

(¹) En prenant pour mire la flamme d'une bougie.

c) N° 706. $Ld^2e^2e^5\Phi p$. Dans une géode nous avons trouvé de grands cristaux incolores, à faces miroitantes, répondant à la notation ci-dessus indiquée, formant un tout compliqué représenté par la fig. 19, que nous avons pu dessiner en nous servant d'une photographie faite par M. Zeyen ; quelques-uns de ces cristaux sont hémitropes par rapport à a^1.

Remarque. Lorsque des dépôts cristallins viennent s'effectuer sur un cristal $Le^2d^2\Phi$, la face L tend à disparaître, d^2 et e^2 sont respectées et Φ prend de l'extension aux dépens de L. Dans ce cas la face Φ est courbe et son intersection avec d^2, intersection qui est presque horizontale, disparaît par l'arrondissement de la face. Ce sujet sera traité plus loin (page 260) d'une façon plus étendue.

La face Φ se trouve à l'intersection des zones Le^2 et $d^1_{\overline{110}}\ ve^{\overset{5}{\overline{2}}}(1.1.\overline{14})$ (¹).

Cristaux présentant la face :

$$R = 12.4.3 = d^{\overset{1}{\overline{7}}}\, d^{\overset{1}{\overline{19}}}\, b^{\overset{1}{\overline{17}}} = L - 4e^2.$$

La figure 20, représente le seul cristal (N° 540) dans lequel la face R est bien réfléchissante. Ce cristal est formé par $e^{\overset{4}{\overline{5}}}\, d^2\, e^1\, e^{\overset{1}{\overline{2}}} p$... enveloppant Ld^2e^1. La petite face R, très nette, appartient au cristal enveloppant. On a obtenu :

$Re^1 = 20°51'$ (51'. 51. 51. 51),

$Re^{\overset{4}{\overline{5}}} = 18°1'$ (1'. 2. 1).

(¹) Φ peut aussi être considérée comme provenant d'un biseau $d^{\overset{17}{\overline{8}}}$ placé sur les arêtes d du rhomboèdre $e^{\overset{7}{\overline{2}}}$ (voir la note de la page 231).

$RL = 11°40'$ (45'. 40. 39. 39. 37),

$Rp = 45°41'$ (50'. 50. 40. 39. 34. 32. 49. 41. 41. 39. 38),

$Rd^2_{521} = 21°45'$ (44'. 44. 46. 49. 49. 47. 44. 45. 44. 43. 44).

En partant des trois premiers angles, on trouve $25.8.6 = d^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{15}} b^{\frac{1}{12}}$, qui ne donne pas une concordance satisfaisante.

La presque égalité des deux derniers indices pourrait faire supposer que R est de la forme $e_{\frac{m}{n}}$; $e_{\frac{1}{3}} = 621$, $e_{\frac{2}{5}} = 10.3.2$, $e_{\frac{3}{7}} = 14.4.3$ s'en approchent assez bien. Voici les autres essais faits dans le but d'arriver à une notation satisfaisante.

1° La face R étant très voisine de la zone $Le^{\frac{4}{5}}$ ($\overline{16}.5.56$), nous avons essayé de l'y ramener. On arrive aux notations :

$$47.16.12 = d^{\frac{1}{9}} d^{\frac{1}{25}} b^{\frac{1}{22}} \quad \text{et} \quad 168.56.43 = d^{\frac{1}{33}} d^{\frac{1}{89}} b^{\frac{1}{79}}.$$

2° Comme les faces L n'appartiennent pas au cristal qui porte la face R, on a exclu l'angle RL et cherché la notation en partant des incidences Re^1, Rd^2 et $Re^{\frac{4}{5}}$; on arrive à $\frac{x}{y} = 3{,}0505$, $\frac{z}{y} = 0{,}7402$ et $R = 12.4.3 = d^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{19}} b^{\frac{1}{17}}$.

3° Comme R est très voisine de $e_{\frac{3}{7}}$ nous avons aussi essayé de ramener R à la forme $B^{\frac{m}{n}}_L$ et enfin nous avons essayé la notation simple $21.7.5 = d^{\frac{1}{4}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{10}}$, représentant une face qui se trouve sur plusieurs zones connues.

Le tableau de correspondance prouve qu'aucune de ces notations ne donne une concordance en rapport avec l'exactitude dont les mesures sont susceptibles; il y a dans celles-ci une certaine incompatibilité due sans doute

à ce que dans le groupement des cristaux à axes parallèles le parallélisme n'est pas absolu. Nous choisissons la notation 12.4.3 comme donnant le moindre écart moyen pour les trois mesures certaines Rd^2, Re^1 et $Re^{\frac{4}{5}}$.

ANGLES	CALCULÉS						
	Avec p	Avec d^2	Avec e^1	Avec $e^{\frac{4}{3}}$	Avec L	Sur e^1	Avec $e^{\frac{2}{100}}$
$e_{\frac{2}{5}}$	48°46′	24°13′	21°13′	16°47′	12°42′	33°7′	21°12′
$e_{\frac{3}{7}} = B^3_L$	48°42′	24°43′	20°1′	15°45′	13°36′	31°16′	21°1′
$B^{\frac{11}{3}}_L$	47°28′	22°50′	21°40′	17°50′	11°30′	35°28′	22°35′
B^4_L	47°	22°5′,5	22°20′,5	18°39′,5	10°40′,5	37°7′	23°14′
$B^{\frac{13}{3}}_L$	46°36′	21°27′	22°56′	19°22′	9°57′	38°33′,5	23°48′
B^5_L	45°57′	20°26′	23°55′	20°33′	8°46′	40°55′	24°44′,5
25.8.6	46°3′	22°12′	20°30′	17°35′	11°47′	35°10′	23°42′
21.7.5	46°35′	21°26′	21°12′	18°24′	10°58′	36°48′	24°18′
47.16.12	45°31′	20°42′	20°57′	18°46′	10°52′	37°28′	25°18′
12.4.3	45°1′	21°13′	20°47′	18°21′	11°10′	36°40′	24°45′
168.56.43	45°15′	21°7′	20°35′	18°20′	11°17′	36°36′	24°58′,5
Mesurés	45°41′	21°45′	20°51′	18°1′	11°40′		

La face 12.4.3 se trouve à l'intersection des zones $a^1\, k\, \theta\, \pi\, e_2\, \overset{3}{b^{\bar{2}}}$ $(1\bar{3}0)$ et $e^5\, \overset{5}{d^{\bar{3}}}\, \xi\, \underset{\bar{2}}{e_1}\, \overset{7}{e^{\bar{5}}}$ $(10\bar{4})$; son pôle se trouve déjà dessiné dans la projection stéréographique dressée par M. Des Cloizeaux. R se trouve aussi sur les zones $L\Phi e^2$ $(\bar{3}38)$, $\overset{5}{e^{\bar{7}}}\, d^1$ $(\bar{3}64)$, $\alpha\, e^2_{100}\, d^4\, \underset{\bar{7}}{e_5}\, N\, (03\bar{4})$.

Remarque. Nous avons calculé les angles sur e^1 et avec $\overset{2}{e}_{100}$ pour montrer la grande analogie qu'il y a entre la face R et la face $l = B^4_L$ étudiée page 215. On a trouvé en effet : ll sur $e^1 = 36°26'$ et $le^2 = 23°57'$, nombres qui se rapprochent beaucoup de ceux que l'on a calculés pour 12.4.3; cependant entre les angles avec p il y a une différence assez notable, vu que nous avons trouvé $pl = 47°22'$ et $47°34'$ et $pR = 45°41'$. Les pôles des faces R et l se trouvent sur le cercle de zone $a^1\, k\, \theta\, \pi\, e_2\, \overset{3}{b^{\bar{2}}}$ cité plus haut; ils sont très voisins; on a : $Ra^1 = 73°58'$ et $la^1 = 76°32'$, de sorte que $Rl = 2\ 34'$.

Dans le cristal N° 1587 dont il sera parlé page 229, on a mesuré $Re^1 = 21°16'$, $Rd^2 = 21°9'$.

Formes provenant d'un biseau placé sur les arêtes d du rhomboèdre e^3.

Le rhomboèdre e^3, qui provient de la troncature de l'arête antérieure b de l'isoscéloèdre L, est très commun à Rhisnes; il y a peu de combinaisons dans lesquelles il n'entre pas. Les formes que nous allons examiner proviennent d'un biseau placé sur ses arêtes latérales d et appartiennent par conséquent à la zone $e^3 d^1$ $(1\bar{2}4)$.

Toute modification de l'angle e du rhomboèdre e^5 est donnée (page 171) par la formule :

$$hkl = \left(d^{\frac{1}{2h-k-4l}}\, d^{\frac{1}{2k-h-4l}}\, b^{\frac{1}{h+k+4l}}\right)_{e^5}$$

Dans notre cas : $h - 2k + 4l = 0$, et par conséquent

$$hkl = \left(d^{\frac{k}{h-k}}\right)_{e^5}.$$

Réciproquement :

$$\left(d^{\frac{m}{n}}\right)_{e^5} = 4\,(m+n).\,4\,m.\,m-n = \left(d^{\frac{1}{m+3n}}\, d^{\frac{1}{m-n}}\, b^{\frac{1}{5m+n}}\right)_p.$$

Ainsi :

$$y = 12.8.1 = (d^2)_{e^5} \quad \text{et} \quad (d^5)_{e^5} = 861 = d^{\frac{1}{5}}\, d^1\, b^{\frac{1}{5}} = v.$$

Cristaux présentant la face :

$$y = 12.8.1 = d^{\frac{1}{5}}\, d^1\, b^{\frac{1}{7}} = (d^2)_{e^5}.$$

Dans un cristal (N° 220) analogue à celui qui est représenté par la figure 5, les faces Φ étaient remplacées par les faces y. On y a mesuré :

$$yd^2_{231} = 39°59'\ (55'.62.\ 60.\ 57),$$

$$yd^2_{321} = 15°26'\ (26'.25.\ 27),$$

$$yy \text{ sur } p \text{ (appr.)} = 37°59'\ (48'.69),$$

$$yp \text{ (appr.)} = 42°56'\ (46'.61.\ 52.\ 62.\ 60).$$

Ce cristal a pour notation $d^2\, Sye^{\frac{7}{5}}\, e^2\, e^{\frac{7}{5}}\, p$.

La figure 50 représente deux cristaux, dont un ayant la forme $Se^{\frac{7}{5}}\, y$, qui sont venus se former autour d'un isoscéloèdre L terminé par Ld^2p. Ce groupe (N° 5006) sera décrit page 264. Dans des cristaux voisins on a mesuré : $d^2S = 8°30'$, SS sur $p = 41°46'$, $yd^2 = 15°3'$.

Enfin, dans un fragment de cristal (N° 191) nous avons rencontré la combinaison $d^2\, e^{\overset{4}{\bar{5}}}\, e^{\overset{7}{\bar{5}}}\, e^2\, y p e^{\overset{1}{\bar{2}}}$. On y a mesuré :

$$py = 42^\circ 55' \ (54'.\ 57.\ 57.\ 55.\ 54),$$

$$ye^2 = 19^\circ 56' \ (57'.\ 60.\ 58.\ 53.\ 53),$$

$$yd^2_{\overline{311}} = 33^\circ 51' \ (50'.\ 52.\ 52).$$

La face y est à l'intersection des zones $e^5 d^1$ et $a^1 d^2 z$; elle se trouve aussi sur beaucoup d'autres zones entre lesquelles nous citerons Le^1 ($\overline{4}58$) et $L_{\overline{16}\,\overline{8}.3}\, p_{\overline{401}}$ (8.$\overline{13}$.8). La forme y est le scalénoèdre d^2 du rhomboèdre e^5 ; elle constitue une modification simple $\left(d^{\overset{1}{\bar{4}}}\, d^1\, b^{\overset{1}{\bar{5}}}\right)_L$ de l'angle e antérieur de l'isoscéloèdre L. Voici la correspondance :

ANGLES. . . .	py	yd^2_{321}	yd^2_{231}	$yd^2_{\overline{5}.\overline{1}}$	yy sur p	ye^2
CALCULÉS. . .	43°15′	15°8′,5	40°	34°	38°2′	19°51′
MESURÉS . . .	42°55′	15°26′	39°59′	33°51′	37°59′	19°56′

CRISTAUX PRÉSENTANT LA FACE :

$$C = 22.15.2 = d^{\overset{1}{\bar{9}}}\, d^{\overset{1}{\bar{2}}}\, b^{\overset{1}{\overline{15}}} = \left(d^{\overset{15}{\bar{7}}}\right)_{e^5}.$$

Dans le cristal N° 151 réprésenté par la figure 21, formé autour de Ld^2 et ayant la forme générale de ceux que nous venons d'examiner, les faces y sont remplacées par des faces voisines C, qui nous ont donné les mesures suivantes :

$Cp_{111} = 42°39'(40'.33.34.33.46.40.43.41.40.42)$
$Cp_{10\bar{1}} = 63°29'(29'.27.28.31)$
$Cd^2_{13\bar{1}} = 63°52'(52'.48.54.53).$

Dans le cristal N° 1031 $\left(d^2\, e^{\frac{7}{5}}\, e^2\, C....\right)$, on a obtenu :

$$Cp_{10\bar{1}} = 63°31', \qquad Cp_{111} = 42°32'.$$

Ces incidences conduisent à la notation 22.15.2 représentant aussi un biseau placé sur les arêtes en zig-zag du rhomboèdre e^3. La face C se trouve à l'intersection des zones $d^1\, e^3\, y$ et $e^2_{110}\, e^{\frac{4}{5}}_{702}\, d^{\frac{9}{7}}$ $(\bar{2}27)$. Elle est très voisine de y $(\widetilde{Cy} = 1°4')$, mais on ne peut la faire coïncider avec cette dernière face, comme l'indique la correspondance :

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS	
	pour C	pour y		
Avec p_{111}	42°29′	43°15′	42°39′	42°32′
Avec $p_{10\bar{1}}$	63°29′	62°35′	63°29′	63°31′
Avec $d^2_{13\bar{1}}$	63°51′	64°29′	63°52′	

Critaux présentant la face :

$$v = 861 = d^{\frac{1}{5}}\, d^1\, b^{\frac{1}{5}} = (d^3)_{e^3}.$$

Cette face, qui est très bien développée dans certains cristaux du second gisement (voir page 294), n'a été observée ici que sur deux cristaux. Il n'est pas certain

que le premier de ces cristaux provienne du premier gisement. Le second cristal ne donnant pas des résultats certains, l'existence de la face v dans le premier gisement est douteuse.

N° 3128. $e^2 b^1 p d^2 v$. Cristal prismatique de couleur foncée, de troisième formation (1).

Mesuré : $vd^2 = 13°56'$ (57'. 53. 55. 56. 56. 57. 57. 55. 57. 55).
Calculé : 13°54'.

„ $vp = 39°16'$ (19'. 17. 18. 16. 16. 15. 14. 13. 15. 13).
Calculé : 39°12'.

La face v se trouve à l'intersection des zones $d^1 e^3 a^1 \Omega$, $d^1_{\overline{110}} e^{\frac{5}{2}}$.

CRISTAL PRÉSENTANT LA FACE :

$$x' = 16.14.3 = \overset{1}{d^{\overline{5}}}\, \overset{1}{d^{\overline{5}}}\, \overset{1}{b^{\overline{11}}} = (d^7)_{e^3}$$

N° 1587. $d^2 p \overset{4}{e^{\overline{3}}} e^1 e^3 a^1 Rx'$. C'est dans ce fragment de cristal que nous avons mesuré approximativement : $Re^1 = 21°16'$ et $Rd^2 = 21°9'$ (page 225); on y remarque une face x' en zone avec e^3 et $d^2_{\overline{251}}$; elle fait avec e^3 un angle approximatif de 7°26' (42'. 37. 12. 14. 27). C'est une face très voisine de $x = 651 = (d^5)_{e^3}$ pour laquelle $e^3 x = 9°35'$. La notation $x' = 16.14.3 = \overset{1}{d^{\overline{5}}}\, \overset{1}{d^{\overline{5}}}\, \overset{1}{b^{\overline{11}}}$ convient assez bien (2) avec $e^3 x' = 7°1'$. Sur la projection stéréo-

(1) Ce cristal s'est formé autour d'un scalénoèdre qui enveloppait un isoscéloèdre L.

(2) La notation $\left(d^6\right)_{e^3} = \overset{1}{d^{\overline{9}}}\, \overset{1}{d^{\overline{5}}}\, \overset{1}{b^{\overline{19}}}$, donnerait $e^3 x' = 8°6'$ et la notation $\left(d^{\overline{\frac{9}{5}}}\right)_{e^3} = \overset{1}{d^{\overline{7}}}\, \overset{1}{d^{\overline{4}}}\, \overset{1}{b^{\overline{15}}}$ donnerait : $e^3 x' = 7°42'$; cette dernière s'approcherait donc un peu mieux que la notation choisie ; mais, vu le peu de précision dont les mesures sont susceptibles, il est inutile de compliquer les notations.

graphique dressée par M. Des Cloizeaux, par suite d'une imperfection de gravure, les trois cercles $d^1 e^3$, $d^1_{120} d^{\overline{5}}$ et $e^{\overline{4}} D d^{\overline{8}}$ ne se coupent pas au même point, comme cela devrait être; ce point est le pôle de x'. Ce pôle se trouve aussi sur le cercle $a^1 d^7 b^8$ (1).

Formes provenant d'un biseau placé sur les arêtes d du rhomboèdre e^4.

Le rhomboèdre e^4 n'a été trouvé à Rhisnes que sur deux cristaux (N°s 5 et 70) en troncature très étroite de l'arête culminante antérieure du scalénoèdre d^2.

Pour avoir la notation d'une face de la forme $\left(d^{\frac{m}{n}}\right)_{e^4}$, sans passer par les formules de transformation, on peut se servir des remarques faites pages 173 et 174. Deux faces e^4 adjacentes ayant pour notation 552 et $50\overline{2}$, on a :

$$\left(d^{\frac{m}{n}}\right)_{e^4} = m\,(552) + n\,(50\overline{2}) = 5\,(m+n).\,5\,m.\,2\,(m-n)$$

$$= \left(d^{\frac{1}{m+4n}}\, d^{\frac{1}{m-n}}\, b^{\frac{1}{4m+n}}\right)_p \quad (2).$$

(1) Cette zone se trouve aussi déjà dessinée dans la projection stéréographique que nous venons de citer.

(2) Plus généralement, un biseau placé sur les arêtes d du rhomboèdre $e^{\frac{p}{q}}$ $\left(\frac{p}{q} > 2\right)$ sera donné par les formules :

$$\left(d^{\frac{m}{n}}\right)_{e^{\frac{p}{q}}} = (m+n)(p+q).m(p+q).(m-n)(p-2q) = \left(d^{\frac{1}{pn+qm}}\, d^{\frac{1}{q(m-n)}}\, b^{\frac{1}{pm+qn}}\right)_p.$$

Réciproquement, toute face hkl dont le pôle se trouve, sur la projection stéréogra-

Réciproquement, si $2h - 4k + 5l = 0$ (équation de la zone d^1e^4), $hkl = \left(d^{\frac{k}{h-k}}\right)_{e^4}$.

CRISTAUX PRÉSENTANT LA FACE :

$$F = 20.15.4 = d^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{13}} = \left(d^3\right)_{e^4}.$$

Cette face, qui a aussi été rencontrée dans les cristaux du second gisement (page 296), a été observée ici sur deux cristaux de notation d^2LF.

Déjà connue dans les autres localités, la face F a été retrouvée par M. Sansoni à Blaton [1]. M. Des Cloizeaux a proposé de remplacer F par $\Sigma = 16.12.3 = d^{\frac{1}{17}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{31}}$. Cette dernière face représente une modification simple de l'isoscéloèdre L $\left(d^1 d^{\frac{1}{3}} b^1\right)_L$, mais les mesures prises dans le cristal que nous allons décrire nous ont forcé d'adopter la notation 20.15.4.

N° 2311. Scalénoèdre incolore ayant 10 millimètres de grand axe. Les faces F, ainsi que les faces de l'isoscéloèdre, (fig. 22) y sont très inégalement développées ; les dernières sont à peine visibles. Ce cristal est accolé laté-

phique, à l'intérieur du triangle e^2pd^1, c'est-à-dire toute face qui vérifie la relation $h + l < 2k$, peut être considérée comme provenant d'un biseau $d^{\frac{k}{h-k}}$ placé sur les arêtes d du rhomboèdre $e^{\frac{4k-2h+l}{2k-h-l}}$. Ainsi, par exemple, la face $\Phi = 25.17.3$ représente la modification $d^{\frac{17}{8}}$ du rhomboèdre $e^{\frac{7}{2}}$.

[1] Les faces F de Blaton étaient peu réfléchissantes (Sansoni, *loc. cit.* p. 292) et l'auteur ne donne cette notation que comme approximative. M. Sansoni a constaté dans ces cristaux l'existence de la zone $\overline{445}$ déterminée par $e^{\frac{2}{110}}$ et les trois scalénoèdres $c' = 15.10.4$, $F = 20.15.4$ et $a = 25.20.4$.

ralement, à axes parallèles, à un isoscéloèdre incolore. On y a mesuré [1] :

$$FF \text{ sur } p = 27°56' \ (46'.\ 64.\ 62.\ 56.\ 54),$$

$$Fd^2_{321} = 9°25' \ (15'.\ 24.\ 28.\ 27.\ 29),$$

$$Fp_{10\bar{1}} = 71°49' \ (56'.\ 44.\ 47),$$

$$Fd^2_{13\bar{1}} = 63°42' \ (38'.\ 44.\ 44).$$

Voici la correspondance :

ANGLES	CALCULÉS			MESURÉS
	pour Ω	pour F	pour Σ	
Sur p	26°59′	27°6′	27°11′	27°56′
Avec d^2 (321)	8°42′	9°40′	10°20′	9°25′
Avec $p_{10\bar{1}}$	72°22′	71°25′	70°45′	71°49′
Avec $d^2_{13\bar{1}}$	64°4′	63°28′	63°4′	63°42′

N° 1235. Fragment presque limpide représenté par la fig. 23. Les faces L et d^2 y sont parfaitement réfléchissantes; les faces F bien développées donnent des images obscures et n'ont pu fournir que des mesures approximatives. Entre F et L se trouvent des facettes courbes et indéterminables.

[1] Les faces F sont peu réfléchissantes et les mesures, tout en étant assez bonnes, ne sont pas susceptibles d'une grande précision.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
Ld^2	13°30′	13°34′ } 10 mesures.
$L_{16.8.\bar{5}}\, d^{2}_{321}$	35°1′	35° } 10 mesures.
FF sur p	27°6′	27°47′
$F_{20.15.4}\, L_{16.8.\bar{3}}$	29°43′	30°17′ approx.

La face F se trouve à l'intersection de la zone d^1e^4 que nous étudions et de la zone $a^1\Omega v$ $(3\bar{4}0)$; son pôle se trouve donc déjà dessiné dans la projection stéréographique de M. Des Cloizeaux. Elle se trouve aussi sur les zones :

$$d^{\overset{5}{\bar{5}}}\, e^{\overset{7}{\bar{3}}}\, (\bar{5}.4.10),\quad d^{\overset{8}{\bar{5}}}\, e^{\overset{5}{\bar{2}}}\, (\overline{13}.8.35),\quad \psi d^{\overset{3}{\bar{2}}}\, e_{\underset{\bar{3}}{2}}\, (10\bar{5}),\quad e^{3}\, e_{\underset{\bar{4}}{1}}\, (1.4.\overline{20}).$$

Cristaux présentant la face :

$$M = 17.11.2 = d^{\overset{1}{\bar{7}}}\, d^{1}\, b^{\overset{1}{\overline{10}}} = \left(d^{\overset{11}{\overline{6}}}\right)_{e^4}.$$

N° 6562. Cristal ayant la forme générale de ceux qui nous ont fourni la face S (fig. 5); nous y avons observé des faces M occupant apparemment la même position que les faces Φ. On y a mesuré :

$$Me^{\overset{7}{\bar{5}}}_{401} = 39°46'\ (46'.46.45.46),$$

$$Me^{\overset{7}{\bar{5}}}_{44\bar{1}} = 29°56'\ (53'.56.57.59),$$

$$Mp_{10\bar{1}} = 63°47'\ (48'.47.47).$$

En partant de ces données, on trouve :

$$\frac{x}{y} = 1{,}5429 \quad \text{et} \quad \frac{z}{y} = 0{,}175.$$

La notation 17.11.2 donne une assez bonne concordance, comme l'indique le tableau suivant dans lequel nous avons aussi inscrit les angles relatifs à Φ :

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS
	pour *M*	pour Φ	
Avec $44\bar{1}$	29°50′	28°32′	29°56′
» 401	39°24′	41°24′	39°46′
» $10\bar{1}$	63°53′	65°2′	63°47′
Sur *p*	40°20′	36°10′	40° approx.
M Φ	2°5′		
Avec e^2	21°43′	19°49′	
» *L*	10°34′	12°25′	

L'angle sur *p* a été mesuré dans un cristal analogue à celui représenté par la fig. 15, dont il a été question à propos de la face *l* (page 216). On a aussi constaté la présence de *M* dans les cristaux présentant la face *I* (voir page 240). La face *M* se trouve à l'intersection de la zone $d^1\ e^4$ que nous étudions et de la zone $e^2\ d^{\frac{4}{5}}\ \delta$ ($\bar{1}13$); son pôle se trouve donc déjà dessiné dans la projection

stéréographique de M. Des Cloizeaux. Elle se trouve aussi sur les zones suivantes :

$\alpha \overset{3}{d^{\bar{2}}}\, y\, (\bar{5}.4.7)$, $\overset{5}{e^{\bar{2}}}\, \Phi\, d^{1}_{\bar{1}10}(1.1.\overline{14})$, $d^2\, a^2\, (7.\overline{11}.1)$, $\overset{3}{d^{\bar{2}}}\, e^{1}_{\bar{221}}(\bar{5}.7.4)$ (¹).

Formes qui ont une face appartenant à la zone $11.\overline{19}.8$, déterminée par le clivage p_{111} et la face $16.8.\bar{3}$ de l'isoscéloèdre L.

CRISTAUX PRÉSENTANT LES FACES :

$$I = 53.37.15 = \overset{1}{d^{\bar{2}}}\, \overset{1}{d^{\overline{18}}}\, \overset{1}{b^{\overline{55}}} = 21\,p + 2L$$

$$i = 45.29.7 = \overset{1}{d^{\bar{2}}}\, \overset{1}{d^{\overline{18}}}\, \overset{1}{b^{\overline{27}}} = 13\,p + 2L.$$

Les cristaux dont nous allons nous occuper sont toujours incolores et à faces réfléchissantes. Le cristal N° 3227 sur lequel nous avons pris les premières mesures relatives à la face I, et qui est représenté par la fig. 24, a 5 millimètres de hauteur. Les faces I semblent occuper par rapport à d^2 une position identique à celle occupée par les faces $F = \overset{1}{d^{\bar{2}}}\, \overset{1}{d^{\bar{7}}}\, \overset{1}{b^{\overline{13}}}$ décrites précédemment (voir p. 231 et fig. 22); elles s'en distinguent cependant à simple vue parce qu'elles coïncident presque avec d^2 tandis que les faces F se détachent bien de d^2 ($Id^2 = 3°36'$, $Fd^2 = 9°40'$). Les faces I, quoique petites, sont d'une netteté remarquable et ont pu donner lieu, ainsi que L et d^2, à

(¹) La face $\overset{m}{\overline{b^{n}_{L}}}$ qui se trouve dans ce cristal est probablement $S^{IV} = b^{6}_{L}$ (voir pages 195 et 185). On a mesuré approximativement : Angle avec $p = 37°48'$ ($47'.50.46$) et angle sur $p = 43°8'$ ($8'.11.4$).

des mesures très précises. Les angles Id^2 et II sur p sont surtout très exacts. On a obtenu :

N° 3227. $Id^2 = 3°35'$ (37'. 34. 35. 35. 34),

II sur $p = 32°25'$ (21'. 24. 25. 26. 28),

$p_{111} I = 31°14'$ (12'.12.19) approx.,

$IL_{16.8.\bar{3}} = 32°33'$ (29'. 40. 32. 38. 36. 26),

$L_{8.16.\bar{3}} I = 55°28'$,

LL sur $p = 58°31'$.

$Id^2 = 13°34'$.

Dans d'autres cristaux on a obtenu :

$Id^2 = 3°33'$ (33'. 34. 33. 33. 34)

$L_{16.8\bar{3}} I = 32°41'$ (36'. 42. 46. 39).

La face I appartient certainement à la zone $11.\overline{19}.8$; comme elle paraît aussi en zone avec d^2_{321} et le clivage $01\bar{1}$, sa notation serait donnée par l'ensemble $(11.\overline{19}.8)(\bar{1}11)$; on obtient :

$$27.19.8 = d^1\, d^{\overset{1}{\overline{9}}}\, b^{\overset{1}{\overline{18}}} = L + 11\,p \; (log.\, M = 1{,}4040274);$$

mais la concordance n'est guère satisfaisante, comme on peut le voir dans le tableau qui va suivre. Pour avoir une meilleure concordance, nous avons essayé des pôles voisins du précédent; on voit à l'inspection du tableau que la notation $d^1\, d^{\overset{1}{\overline{9}}}\, b^{\overset{2}{\overline{33}}}$ convient fort bien. Cependant, comme il y a une petite divergence entre les résultats du calcul et ceux de la mesure pour les angles avec p et avec $16.8.\overline{3}$, nous avons essayé s'il n'était pas possible de trouver une plus grande concordance, en admettant que la face I ne se trouve pas sur la zone $p_{111} L_{16.8.\bar{3}}$.

En partant des trois données :

$$Id^2 = 3°35', \quad II \text{ sur } p = 32°25' \quad IL_{16.8.\bar{3}} = 32°33',$$

on arrive à : $\dfrac{x}{y} = 1{,}42932$ et $\dfrac{z}{y} = 0{,}396976$,

puis à : $50.35.14 = d^{\overset{1}{\overline{2}}}\, d^{\overset{1}{\overline{17}}}\, b^{\overset{1}{\overline{33}}}$ $(log.\, M = 1{,}6688711)$.

Cette notation est un peu plus simple que celle que nous avons adoptée; mais, si l'on examine la correspondance, on voit que l'angle avec d^2, qui est le plus exact, diffère de 14′ de l'angle mesuré. Comme en outre la face I est certainement sur la zone $p\,L_{16.8.\bar{3}}$ (¹), nous avons adopté la notation $I = 53.37.15 = d^1\,\overset{1}{\overline{d^9}}\,\overset{2}{\overline{b^{55}}}$.

Voici la correspondance :

ANGLES	CALCULÉS					MESURÉS	
	$d^1\,\overset{1}{\overline{d^9}}\,\overset{1}{\overline{b^{18}}}$	$d^1\,\overset{1}{\overline{d^9}}\,\overset{3}{\overline{b^{55}}}$	$d^1\,\overset{1}{\overline{d^9}}\,\overset{2}{\overline{b^{55}}}$	$d^1\,\overset{1}{\overline{d^9}}\,\overset{1}{\overline{b^{17}}}$	$\overset{1}{\overline{d^2}}\,\overset{1}{\overline{d^{17}}}\,\overset{1}{\overline{b^{33}}}$		
Id^2	3°11′,5	3°26′,5	3°36′	4°9′,5	3°49′	3°35′	3°33′
II sur p	31°43′	32°15′	32°32′	33°22′	32°20′	32°25′	
Ip	30°8′	30 41′	30°58′	31°50′	31°5′5,	31°14′ approx.	
$IL_{16.8.\bar{3}}$	33°40′	33°7′	32°50′	31°58′	32°43′	32°33′	32°41′
$IL_{8.16.\bar{3}}$	55°34′	55°31′	55°29′	55°24′	55°17′,5	55°28′	

Les faces p_{111}, $L_{16.8.\bar{3}}$, $I_{53\,37.15}$ et $z_{24.16.5}$ forment une zone (²). La face I se trouve aussi sur les zones Fd^2 ($\overline{7}85$) et $d^1_{210}\,\overset{17}{\overline{d^2}}_{17.19.15}$ ($5.\overline{10}.7$). La face I est finement striée parallèlement à son intersection avec d^2 (fig. 25); les

(¹) On a obtenu par la mesure $pI = 31°14′$, $LI = 32°33′$; leur somme est $63°47′$; or le calcul donne $pL = 63°48′$.

(²) Voir page 180. Les faces z auraient donc pu aussi être placées dans les faces que nous étudions actuellement avec la notation $z = 8p + L$.

stries s'arrêtent presque toujours à une ligne parallèle à l'arête Ii ou IM. Les faces I sont très inégalement développées ; parfois les faces inférieures se réduisent à des traces ou manquent complètement, comme le montrent les fig. 25 et 26. Les faces I sont très rares; nous citerons l'échantillon N° 705 présentant un bel ensemble de cristaux Ld^2 incolores et parfaitement réfléchissants, orientés à axes parallèles, et dont l'un répond à la notation $L\,d^2\,Id^{\frac{3}{2}}$. Ce cristal est représenté par la fig. 26.

Quant à la face i qui est toujours très petite et peu réfléchissante, nous n'avons réussi qu'à obtenir des mesures approximatives en prenant pour mire la flamme d'une bougie très rapprochée. Nous avons obtenu (N° 153) :

$$Ii = 8°33' \ (20'.\ 37.\ 41.\ 30.\ 38)$$
$$iL_{16.8\,3} = 9°31' \ (33'.\ 38.\ 21)$$
$$iL_{16.8\,\bar{3}} = 24°11' \ (24'.\ 23.\ 9.\ 1)$$
$$iL_{8.16.\bar{3}} = 54°45' \ (48'.\ 44.\ 36.\ 42).$$

La face i semble appartenir à la zone $p_{111}\,L_{16.8.\bar{3}}$ que nous étudions, car elle paraît résulter d'une facette de troncature de l'arête $IL_{16.8.\bar{3}}$; en outre, la somme des angles Ii et $iL_{16.8.\bar{3}}$ relatés ci-dessus est 32°44' ; or, $IL_{16.8.\bar{3}} = 32°50'$. En partant de l'incidence $iL_{16.8\,\bar{3}} = 24°11'$, on trouve $\frac{x}{y} = \frac{11}{7}$ ou $\frac{x}{y} = \frac{45}{29}$; la première valeur donne $22.14.3 = d^1\,d^{\frac{1}{9}}\,b^{\frac{1}{15}}$, face qui se trouve en outre sur la zone Le^2 étudiée précédemment (page 220); la seconde valeur donne $45.29.7 = d^{\frac{1}{2}}\,d^{\frac{1}{18}}\,b^{\frac{1}{27}}$. Voici la correspondance :

ANGLES.	CALCULÉS.		MESURÉS.
	$d^1\ d^{\frac{1}{9}}\ b^{\frac{1}{13}}$	$d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{18}}\ b^{\frac{1}{27}}$	
Ii	9°43′	8°24′	8°33′
$iL_{16.8.3}$	9°26′	9°32′,5	9°31′
$iL_{16.8.\bar{3}}$	23°7′	24°26′,5	24°11′
$iL_{8.16.\bar{3}}$	55°2′	55°41′,5	54°45′

On voit que la seconde notation convient fort bien. On a depuis mesuré, dans d'autres cristaux, $iL_{16.8.\bar{3}} = 24°10'$ et 24°35′.

La face $i = d^{\frac{1}{2}}\ d^{\frac{1}{18}}\ b^{\frac{1}{27}}$ se trouve à l'intersection de la zone que nous étudions et des zones $e^1_{021}\ D_{641}\ e^{\frac{7}{2}}\ (1\bar{3}6)$, $k_{\bar{1}20}\ e^{\frac{11}{6}}_{0.17.1}\ (2.1.\overline{17})$. Cette face est fort voisine de $\Phi = 25.17.3$ et de $M = 17.11.2$ étudiées précédemment (voir pages 220 et 233), sans pouvoir être confondue avec elles vu que $MI = 10°39'$, $\Phi I = 13°52'$ et $iI = 8°24'$.

Faces qui dans les cristaux portant la forme I *remplacent* i.

a) Dans le cristal N° 100, nous avons obtenu :

$$i'L_{16\,8.\bar{3}} = 23°10'\ (1'.\ 5.\ 23.\ 4.\ 18).$$

Cette incidence paraît accuser dans ce cristal la pré-

sence de la face $i' = d^1 d^{\frac{1}{9}} b^{\frac{1}{15}} = L_{16.8.\bar{3}} + 6p$ (voir le tableau précédent); i' est en zone avec deux faces L opposées sur e^2 et peut s'écrire symboliquement $L + 6e^2$ (voir page 221).

b) La face i paraît pouvoir être remplacée aussi par $M = 17.11.2$. En effet, nous avons trouvé dans certains cristaux du type que nous considérons : Angle avec $L_{16.8.3} = 10°29'$ et angle avec $L_{8.16.\bar{3}} = 53°53'$. Ces résultats s'éloignent considérablement des nombres consignés dans le tableau précédent et correspondent fort bien à la face M, vu que $ML_{16.8.3} = 10°34'$ et $ML_{8.16.\bar{3}} = 53°56',5$. D'ailleurs, bien souvent la face qui occupe la place de i ne paraît pas être, lorsqu'on l'examine à la loupe, rigoureusement en zone avec I et $L_{16.8.\bar{3}}$ (fig. 25); elle paraît constituer un petit triangle très aigu ayant son sommet au point où les lignes Id^2 et Ld^2 se rencontrent et s'élargissant à mesure qu'il s'avance vers le spectateur; or, il est facile de voir [1] que cela doit arriver si la face i est remplacée par M.

Cristaux portant la face :

$$v'' = 51.37.8 = d^{\frac{1}{19}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{32}}.$$

Sur des cristaux de troisième formation, analogues à

[1] Par le calcul, ou par l'inspection de la projection stéréographique, on voit que le pôle M est situé à gauche du cercle de zone $pIzi$ que nous examinons. Le parallèle sur lequel se trouve le pôle M coupera donc le cercle de zone dont il s'agit en un point M', situé à droite de M, qui est le pôle d'une face qui donnerait avec I et $L_{16.8.\bar{3}}$ des intersections parallèles. Si l'on fait venir M' en M, ce qui exige une rotation vers la gauche autour de la verticale, on voit que la partie de la face M' la plus voisine du spectateur tend à s'enfoncer dans le cristal et, par conséquent, les droites d'intersection avec I et $L_{16.8.\bar{3}}$ divergent dans le sens indiqué dans le texte. En partant de $MI = 10°39'$, $IL_{16.8.\bar{3}} = 32°50'$, $ML_{16.8.\bar{3}} = 22°16',5$, on trouve que les droites dont il s'agit font entre elles une angle de $9°2'$.

ceux qui présentent la face v (page 228), nous avons rencontré une face $v'' = 51.37.8$ très voisine de v ainsi que de la face v' étudiée plus loin (voir page 298). Cette face a été observée dans des cristaux de trois types différents.

1°. N° 7281. $d^2e^2e^{\frac{19}{9}}e^5v''$.

Fragment de cristal presque noir (fig. 27). On y a mesuré :

$$v''d^2 = 11°18' \ (25'.32.17.6.10), \quad v''p = 37°44' \ (47'.41),$$
$$v''e^5 = 15°37' \ (36'.38).$$

On en tire $\frac{x}{y} = 1{,}3818$ et $\frac{z}{y} = 0{,}2159$. Pour vérifier si les angles étaient concordants, nous sommes parti des caractéristiques compliquées données par les calcul et nous sommes parvenu à 11°27′, 37°46′ et 15°44′ (log. M= 1,7325378) pour les angles cités plus haut.

2°. N° 1052. $e^5v''d^2e^2$ terminant un isoscéloèdre L. Dans ce cristal, les faces v'' sont bien caractérisées mais assez ternes (fig. 28) ; elles paraissent en zone avec e^5_{441} et $e^5_{40\bar{1}}$ (zone $1\bar{2}4$), mais, d'après les mesures, ceci n'est qu'approximatif. On y a mesuré :

$$e^5e^2 = 14°21' \ (19'.23.24.18.21)$$
$$e^5v'' = 15°18' \ (16'.19.16.17.24)$$
$$v''v'' \text{ sur } p = 29°33' \ (41'.52.21.17)$$
$$v''e^2 = 19° \ (\overline{6}'.0.5).$$

Voici d'autres mesures moins sûres :

$$v''v'' \text{ sur } p = 30°18' \ (20'.17')$$
$$v''e^2 = 18°29' \ (18'.47.23).$$

3°. Géode contenant de petits cristaux prismatiques, incolores ou légèrement colorés, de notation $e^2e^5d^2v''b^x$ (fig. 29). Mesures approximatives :

$$v''d^2 = 11°39' (24'.37.38.43.55)$$
$$v''p = 37°27' (30'.27.24)$$
$$v''e^3 = 15°54' (40'.31.64.81).$$

La notation donnée par le calcul est $51.37.8 = d^{\overset{1}{\overline{19}}} d^{\overset{1}{\overline{5}}} b^{\overset{1}{\overline{32}}}$. Si on la rapporte aux arêtes de l'isoscéloèdre L, elle devient $d^{\overset{1}{\overline{65}}} d^{\overset{1}{\overline{25}}} b_L^{\overset{1}{\overline{24}}}$; on voit que les deux dernières caractéristiques sont à peu près égales, c'est-à-dire qu'elle est approximativement de la forme $\left(e_{\frac{n}{n}}\right)_L$. [1] Ceci nous a conduit à essayer les notations suivantes :

$$\left(e_{\frac{8}{3}}\right)_L = 19.14.3 = d^{\overset{1}{\overline{7}}} d^{\overset{1}{\overline{2}}} b^{\overset{1}{\overline{12}}} (\log M = 1{,}2387406)$$
$$\left(e_{\frac{14}{3}}\right)_L = 44.32.7 = d^{\overset{1}{\overline{19}}} d^{\overset{1}{\overline{13}}} b^{\overset{1}{\overline{83}}} (\log M = 1{,}6023793)$$
$$(e_3)_L = 56.40.9 = d^{\overset{1}{\overline{24}}} d^{\overset{1}{\overline{8}}} b^{\overset{1}{\overline{55}}} (\log M = 1{,}7057458).$$

La première, qui est la plus simple, indiquerait une face située sur plusieurs zones connues et entre autres sur $d^1 \Phi e^{\overset{7}{\overline{2}}} d^{\overset{5}{\overline{2}}}_{573} e^{\overset{4}{\overline{5}}}_{032} (1\overline{2}3)$; la concordance n'est pas suffisamment satisfaisante. La troisième notation donne des résultats trop divergents. La deuxième donne, au contraire, une bonne concordance; mais, vu la complication de la notation correspondante relative au rhomboèdre de clivage, nous avons préféré adopter la notation :

$$v'' = d^{\overset{1}{\overline{19}}} d^{\overset{1}{\overline{5}}} b^{\overset{1}{\overline{32}}}.$$

La face v'' est située à l'intersection des zones $e^{\overset{7}{\overline{4}}} d^1_{\overline{110}} (1.1.\overline{11})$ et $d^2 e^{\overset{4}{\overline{5}}}_{\overline{532}} (\overline{7}93)$.

[1] Voir ce qui a été dit sur ces faces, à propos de la face Ψ, pages 213 et 214.

Voici la correspondance :

ANGLES.	CALCULÉS.					MESURÉS.	
	51.37.8	19.14.3	44.32.7	56.40.9	v=861		
Avec d^2	11°27′	11°39′	11°22′	11°	13°54′	11°18′	11°39′
» p	37°42′	37°28′	37°33′	37°40′	39°12′	37°44′	37°27′
» e^3	15°37′	14°57′	15°28′	16°12′	14°59′	15°37′	15°18′
Sur p	30°19′,5	28°56′,5	30°6′	31°40′	27°31′	29°33′	30°18′
Avec e^2_{110}	18°20′,5	17°47′	18°19′	19°4′	16°	19°	18°29′

Cristaux présentant la face :

$$A = 22.2.21 = d^{\frac{1}{15}} d^{\frac{1}{15}} b^{\frac{1}{7}}.$$

Nous avons décrit dans notre premier mémoire (page 16, fig. 8), un scalénoèdre $A = d^{\frac{1}{57}} d^{\frac{1}{15}} b^{\frac{1}{20}}$ ayant pour troncature de son arête placée sur e^1 la face $e^{\frac{1}{2}}$. Des mesures prises sur des cristaux à faces plus nettes, rencontrés depuis, nous ont amené à simplifier ainsi sa notation :

$$A = 22.2.21 = d^{\frac{1}{15}} d^{\frac{1}{15}} b^{\frac{1}{7}}.$$

Voici la correspondance :

ANGLES.	CALCULÉS.	MESURÉS.	
AA sur e^1	6°38′	7°	Anciennes mesures.
AA sur p	70°39′	71°14′ approx.	
$Ap_{0\bar{1}1}$	44°12′	44°20′	
Ad^2	38°19′	38°19′	Nouvelles mesures.
Ap_{111}	38°4′	38°19′	

La face A est située à l'intersection des zones :

$$d^1_{120}\,\overset{1}{\overline{e^2}}_{101}\,(\bar{2}12),\ \alpha_{843}\,\Phi_{25\,17\,3}\,(\overline{13}.17.12)\ \text{et}\ d^1_{\bar{1}10}\,a^5\,(77\bar{8})\ (^1).$$

On peut obtenir la notation de A par rapport à $\overset{1}{\overline{e^2}}$ prise comme forme primitive soit en se servant de la notation de la forme inverse (premier Mémoire, page 17), soit en se basant sur la propriété exposée page 174. Si les trois faces 101, 011 et $1\overline{11}$ du rhomboèdre $\overset{1}{\overline{e^2}}$ sont prises pour plans coordonnés et si x, y et z sont les caractéristiques de A rapportée aux nouveaux axes (deux arêtes d et une arête b de $\overset{1}{\overline{e^2}}$), on a :

(1) A donne donc, par troncature de ses arêtes culminantes, les rhomboèdres a^5 et $\overset{1}{\overline{e^2}}$.

$$x\,(101) + y\,(011) + z\,(11\bar{1}) = 22.2.21.$$

On en tire :

$$x = 21,\ y = 1,\ z = 1,$$

de sorte que

$$A = \left(d^{\frac{1}{21}} d^1 b^1\right)_{\frac{1}{e^2}} = (e_{21})_{\frac{1}{e^2}}.$$

Cristaux présentant quelques combinaisons remarquables.

N° 5. Ld^2d^1. Les faces du prisme sont peu développées.

N° 193. Ld^2e^2 (fig. 29bis). Cristaux atteignant quelquefois de grandes dimensions.

N° 7. $Ld^1e^2d^2$ (fig. 30). Cristal ayant environ 35 millimètres de hauteur. Cette combinaison n'a été observée qu'une seule fois.

N° 1050. Lb^1. Les faces b^1 sont ternes et pourraient bien n'être que des plans de strie (voir page 259).

N° 820. $Lpe^{\frac{1}{2}}a^1$. Grand cristal très irrégulier (fig. 31); il n'y a qu'une face p et une face $e^{\frac{1}{2}}$; la face a^1 est largement développée. Une des faces p est remplacée par un petit biseau d^2.

N°s 1030, 826, 282. Lpa^1b^1 (fig. 32). Cristaux habituellement incolores et de petites dimensions; ordinairement il n'y a qu'une face b^1; le cristal N° 1030 est le seul dans lequel les faces b^1 sont largement et également développées.

N° 7002. $pd^2La^1d^1e^2e^5$....

Les faces L y sont striées comme dans les cristaux portant la face d (voir page 200); les deux prismes sont faiblement développés.

N° 458. $L\overset{3}{\overline{d^2}}\,d^1$.

Le prisme est à l'état rudimentaire. Mesuré :

$\overset{3}{\overline{d^2}}\,\overset{3}{\overline{d^2}}$ sur $p = 45°33'$, $L\overset{3}{\overline{d^2}} = 6°45'$ approxim.

N° 6033. $d^2e^2e^5L\Phi p$.

Petit cristal net, incolore. C'est la combinaison représentée par la fig. 17, avec les faces du primitif en plus.

N° 365. $Ld^2e^2e^5$ (fig. 33). Cristaux souvent fort nets. Ils prennent quelquefois des dimensions considérables.

N° 203. Lpe^1. La face e^1 est très petite.

N° 2000. $La^1pe^1\omega$.

Petit cristal transparent et incolore. Les faces d^2 et e^1 sont parfaitement réfléchissantes, mais L donne des images un peu confuses. Correspondance :

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
$e^1\,p_{101}$	72°16′	72°19′
Le^1	31°38′	31°20′ approx.

Une petite face ω coupe e^1 suivant la ligne de pente de cette dernière; elle provient donc d'un biseau placé sur les arêtes courtes du métastatique et elle est de la forme $\left(\frac{e_m}{n}\right)_{e^1}$. A l'aide de la flamme d'une bougie on obtient $e^1\omega = 13°25'$; la face considérée paraît intermédiaire entre $\rho = 7.2.3 = \overset{1}{\overline{d^2}}\,\overset{1}{\overline{d^4}}\,\overset{1}{\overline{b^5}} = (e_6)_{e^1}$ et $\omega = 16.4.7 = \overset{1}{\overline{d^5}}\,\overset{1}{\overline{d^9}}\,\overset{1}{\overline{b^7}} = (e_7)_{e^1}$, mais se rapproche un peu mieux de cette dernière.

N° 2001. $La^1pe^1\omega d^2$.

Ce cristal est tout à fait semblable au précédent; il présente en outre quelques faces d^2 (fig. 34) qui ont permis de vérifier que ω, e^1 et d^2 sont en zone.

N° 182. $L\overset{3}{\overline{d^2}}pd^2a^1e^1$.

Grand cristal limpide, remarquable par la netteté de la terminaison pa^1e^1. Mesuré : $e^1e^1 = 101°12'$, $pd^2 = 29°6'$, $p\overset{3}{\overline{d^2}} = 37°34'$, $L\overset{3}{\overline{d^2}} = 6°30'$. Il existe en outre sur les arêtes B de l'isoscéloèdre un biseau indéterminable se rapportant probablement à l (voir page 215).

N° 500. $pe^5\,e^2\,d^2\,\overset{5}{\overline{d^5}}\,\overset{3}{\overline{d^2}}\,d^x$.

Rhomboèdres primitifs à faces bien miroitantes. Le N° 500 a 5 millimètres d'arête. Ces rhomboèdres portent de petites faces modifiantes sur les arêtes d et sur les angles e; le scalénoèdre désigné par d^c forme des stries parallèles à d sur les faces p; une mesure approximative a donné $pd^c = 13°$, ce qui paraît accuser dans ce cristal la présence d'un scalénoèdre d^c intermédiaire entre d^1 et d^5. Ce cristal porte en outre de très petites faces courbes, indéterminables, placées entre e^2 et la série $\overset{m}{\overline{d^n}}$.

Assemblages à axes parallèles.

La formation de Rhisnes est caractérisée par l'abondance des groupements à axes parallèles. Il ne s'agit pas ici des groupements, si connus dans beaucoup de minéraux, formés de cristaux déposés simultanément et ayant même notation, mais bien de l'assemblage de cristaux formés à des époques différentes et qui souvent ont des notations différentes; le nouveau cristal est venu se déposer sur le cristal préexistant en s'orientant paral-

lèlement à ce dernier. C'est ordinairement sur le sommet culminant de l'ancien cristal que le nouveau est venu se déposer; quelquefois les deux cristaux sont accolés latéralement [1]. Il faut distinguer les assemblages dont les cristaux constituants ont été déposés à deux époques différentes et les assemblages dont les éléments ont été formés pendant trois époques successives.

ASSEMBLAGE D'UN ISOSCÉLOÈDRE ET D'UN SCALÉNOÈDRE.

Dans tous ces assemblages, le cristal le plus ancien, qui sert de base, est l'isoscéloèdre L plus ou moins modifié; le cristal de seconde formation, qui est venu se placer sur le sommet culminant de L, est le scalénoèdre d^2 plus ou moins modifié par e^2, e^5, L, Φ. Le cristal de base est incolore ou légèrement coloré; le cristal de seconde formation est ordinairement de couleur foncée [2]. Quelquefois les cristaux qui forment l'assemblage

[1] Quant aux dépôts qui sont venus englober totalement ou presque totalement l'isoscéloèdre primitif et qui ont donné naissance à tous les cristaux présentant les faces S, $d^{\frac{5}{2}}$, Φ, etc., voir page 260.

[2] Le cristal scalénoédrique de terminaison paraît, à première vue, coloré dans toute sa masse; mais, lorsqu'on l'examine attentivement en le plaçant entre l'œil et une vive lumière, on s'aperçoit que la partie supérieure en est translucide et peu colorée; le dépôt de couleur foncée se trouve vers sa base, là où il est en contact avec l'isoscéloèdre sous-jacent. On est d'abord tenté d'admettre qu'à une première époque les isoscéloèdres L se sont formés, qu'à une autre époque ces cristaux se sont trouvés baignés par un liquide tenant des particules solides en suspension, particules qui sont venues se déposer sur les isoscéloèdres et qu'enfin plus tard le cristal scalénoédrique a pris naissance. Mais quelle est la force qui a déterminé le dépôt des particules solides sur les angles culminants des isoscéloèdres? Ce n'est pas évidemment la gravité car, si l'on examine certaines géodes (N° 51), on y aperçoit une série d'assemblages, à terminaison de couleur foncée, ayant des orientations absolument différentes. D'autre côté, il serait impossible d'admettre

ne sont pas en contact immédiat et l'on aperçoit dans les interstices un dépôt argileux. Nous avons déjà décrit et figuré (fig. 6_2), dans notre premier mémoire, un de ces assemblages. Nous citerons ici les groupes suivants :

N° 1427. Assemblage ayant 40 millimètres de hauteur. L surmonté par $d^2 e^2 e^5$.

N° 330. Assemblage ayant 14 millimètres de hauteur. L terminé par Ld^2e^2; la terminaison est d'une grande netteté.

N° 400. Assemblage ayant 25 millimètres de hauteur. $LS'c$ terminé par $d^2 Le^2 e^5$; entre les deux cristaux se trouve un isoscéloèdre L incolore portant des traces de la troncature e^5.

Triple assemblage de Rhisnes.

La fig. 35 montre le triple assemblage caractéristique du gisement de Rhisnes. Le groupe N° 446 que nous avons reproduit a environ 50 millimètres de hauteur, la terminaison ayant 15 millimètres. Il est formé de trois cristaux de même orientation:

qu'une solution assez agitée pour tenir en suspension des particules solides, puisse donner naissance à des cristaux dont l'orientation est si bien déterminée. On est, par ces observations, conduit à supposer que ce n'est pas une solution proprement dite mais une boue plus ou moins fluide qui a donné naissance aux cristaux scalénoédriques. Pendant la formation de ces cristaux, les particules solides ont subi un mouvement de concentration vers l'extrémité de l'isoscéloèdre, qui paraît donc avoir non seulement une activité orientatrice vis-à-vis des molécules semblables à celles qui le constituent, mais aussi une action attractive envers les particules solides pouvant se mouvoir grâce à la fluidité du milieu dans lequel elles nagent. Dans l'échantillon N° 491 on aperçoit un petit isoscéloèdre dont les deux extrémités libres ont attiré, chacune de son côté, un petit scalénoèdre. On est tenté de comparer l'action de l'isoscéloèdre à celle d'un aimant dont les pôles se trouveraient en ses sommets culminants.

a) Isoscéloèdre incolore et net, légèrement modifié par d^2 et par des traces de biseau $B^{\frac{m}{n}}_{L}$.

b) Au-dessus est venu se déposer un cristal scalénoèdrique, presque noir, de notation $d^2 L e^2 e^5$.

c) Enfin, autour du cristal scalénoédrique est venu se former un cristal prismatique, qui a ici pour notation $e^2 d^2 p$, mais qui, lorsqu'il est net, présente la combinaison $e^2 e^5 d^2 e^1 p$ (et quelquefois $b^{\frac{7}{5}}$). Dans l'assemblage N° 446, le cristal prismatique n'embrasse que la moitié du cristal scalénoédrique; mais souvent le prisme entoure presque complètement le scalénoèdre : assez souvent aussi ce dernier est intérieur au prisme et n'est plus visible au travers de celui-ci que grâce à un enduit de couleur foncée qui est venu se déposer sur la partie culminante du scalénoèdre, pendant la formation du cristal prismatique. Il est très rare qu'on ne parvienne pas à distinguer le scalénoèdre entre l'isoscéloèdre et le prisme. On peut dire, pour résumer, que, dans ces assemblages, la première époque est représentée par l'isoscéloèdre, la deuxième par le scalénoèdre, la troisième par le prisme [1].

Les lignes d'intersection du cristal scalénoédrique avec l'isoscéloèdre n'existent pas dans l'assemblage figuré ici; les deux cristaux sont un peu éloignés l'un de l'autre, par un dépôt argileux, en leur zone de contact; mais assez souvent ces lignes sont nettement dessinées (voir, par exemple, l'assemblage représenté par la fig. 6_2 du premier mémoire).

Appendice. — On remarque quelquefois dans les grands cristaux de Rhisnes un angle rentrant placé entre deux

[1] Nous avons parlé dans notre 1er Mémoire (page 44) des assemblages, trouvés par M. Max. Lohest à Angleur, formés de prismes traversés par des scalénoèdres; on voit que l'ordre de formation est le même.

facettes triangulaires situées vers leur milieu. Dans les cristaux qui suivent, nous avons pu voir que la facette supérieure est e^2, tandis que l'inférieure est une face e^5 appartenant à un autre cristal joint vers le bas au premier et orienté comme lui.

N° 175. $Lpd^2a^1\Phi e^2$... joint à axes parallèles à $L\Phi e^5d^2$... (fig. 36). On voit en *ab* l'arête du petit angle rentrant; les facettes e^5 et e^2, quoique nettes, sont ternes; on n'a pu mesurer qu'approximativement $e^2p = 46°$ environ et $e^5p_{0\bar{1}1} = 79°$ à $80°$ (calculé $80°28',5$). La face e^5 appartient au cristal inférieur dont on voit à droite une face *L* soudée à la face *L* du cristal principal suivant une ligne portant des hachures. Le cristal inférieur porte des faces Φ très étendues reconnaissables à ce qu'elles sont en coïncidence avec les facettes Φ du cristal principal.

N° 70. Grand assemblage ayant plus de 65 millimètres de hauteur. Il présente aussi le petit angle rentrant e^2e^5. On y distingue principalement 9 cristaux :

1° Ld^2. Grand cristal incolore.

2° *Lp*. Cristal incolore surmontant le premier.

3° Ld^2e^2 avec traces de Φ. Coloré en noir. Placé latéralement aux deux précédents.

4° Φe^5. Noir. Placé en dessous du précédent. C'est entre les cristaux 3° et 4° que se trouve le petit angle rentrant dont il s'agit.

5° d^2e^2. Vient se souder latéralement aux deux précédents.

6° $e^2d^2e^5b^c$. Noir. Situé au-dessus du cristal 3° et en partie sur le cristal 2°; il surmonte tout l'assemblage.

7° $e^2d^2e^5e^1b^c$. Situé à la base, au contact du cristal 1°.

8° $e^2d^2e^5e^1b^c$. Situé à la base et terminant vers le bas le cristal 4°. Les faces du cristal 8° sont singulièrement

allongées et comme étirées de façon à envelopper une partie de l'assemblage comme d'une mince ceinture.

9° d^2e^2.... Situé entre 7° et 8° et venant se souder latéralement à 3° et 4°.

Dans cet assemblage, on a pu confirmer la notation de la facette inférieure de l'angle rentrant, par son miroitement simultané avec la face e^5 du cristal 8°.

Cristaux hémitropes.

Le plan d'hémitropie est a^1, e^2, e^1 ou b^1; ces deux derniers modes sont très rares.

Plan d'hémitropie a^1.

Hémitropie simple. — Lors de notre premier mémoire nous n'avions trouvé que quelques isoscéloèdres présentant ce genre d'hémitropie; depuis lors, nous en avons retrouvé d'assez nombreux échantillons. Il ne suffit pas, pour en conclure l'hémitropie, de constater l'existence d'une ligne de soudure qui se trouve placée vers le milieu du cristal parallèlement à l'hexagone médian; ce caractère est commun à beaucoup de cristaux non hémitropes; il faut, ou bien recourir à l'observation des clivages, qui sont symétriques par rapport à a^1 dans les cristaux hémitropes, ou bien examiner la position des faces d^2 ou autres que le cristal porte presque toujours à l'état rudimentaire. Ainsi, on peut presque toujours reconnaître l'hémitropie à ce fait que les arêtes b de l'isoscéloèdre portent les indices d'une troncature e^5 ou d'un biseau arrondi, tandis que les arêtes B sont plus nettes; dans les cristaux non hémitropes, on verra donc concourir en un sommet e deux arêtes culminantes inégale-

ment nettes : le fait contraire accuse l'hémitropie. Ce genre d'hémitropie a été observé dans beaucoup de combinaisons; citons :

N° 658. *Lp*. Beau cristal complet ayant 50 millimètres de hauteur.

N° 700. $Le^2 d^2 e^3$ (fig. 37).

N° 441. $Ld^2 \overset{3}{\overline{d^2}}$ (fig. 38). Dans cet assemblage, le plan d'hémitropie est situé bien au-dessus de l'hexagone médian.

Double hémitropie. — N° 457. $Ld^2 \overset{3}{\overline{e^2}} e^3 d^2 d^1$ (fig. 39). Assemblage de trois cristaux.

1 est hémitrope de 2 comme on le voit à la position des faces d^2 inférieures portées par 2.

1 est en position normale par rapport à 3, comme l'indique la position des facettes d^2 de ce dernier cristal, etc. Ainsi 2 est hémitrope de 1 et de 3 par rapport à a^1 [1].

Un grand nombre d'isoscéloèdres portent une suture médiane et paraissent hémitropes, quoique la position des clivages indique qu'il n'y a pas transposition; le cristal que nous venons de décrire accuse probablement l'arrangement de ces cristaux non hémitropes. La ligne de suture représente la partie médiane de l'assemblage précédent devenue très mince. Il se peut que cette partie médiane représente la partie primordiale du cristal; de part et d'autre les molécules cristallines sont venues se placer symétriquement, par rapport à a^1, des molécules de cette première partie; d'où la double hémitropie. Dans un grand cristal (N° 331) $Ld^2 e^2$ non hémitrope, quoique possédant vers le milieu une ligne de suture, on voit, par l'examen à la loupe, qu'en réalité il y a deux lignes de suture parallèles, nettement distinctes, dis-

[1] Les plans de séparation sont dessinés en ponctué.

tantes entre elles d'environ $\frac{1}{3}$ de millimètre. Ceci confirme l'explication que nous venons de donner plus haut.

Plan d'hémitropie e^2.

N° 130. Groupe de deux cristaux Ld^2 d'une grande pureté, à faces nettement réfléchissantes, ayant environ 5 millimètres de hauteur (fig. 40). Deux faces L sont en parfaite coïncidence et il n'y a pas de ligne de soudure apparente. L'angle des faces d^2 antérieures est de 20°17′ (calculé : 20°20′).

N° 327. Lp hémitrope par rapport à e^2.

Plans d'hémitropie a^1 et e^2.

N° 500. La figure 41 montre un isoscéloèdre dans lequel les deux genres d'hémitropie étudiés précédemment se trouvent combinés. La position du clivage 1 par rapport aux faces p supérieures indique que le cristal inférieur de gauche est hémitrope, par rapport à a^1, du cristal supérieur. La position du clivage 2 indique, au contraire, que le cristal inférieur de droite est en position normale par rapport au cristal supérieur. Les deux cristaux inférieurs sont donc hémitropes par rapport à e^2. Les faces L' et L'' sont nettement dans un même plan; vers le haut de cette face commune, la ligne de soudure est à peine visible.

N° 62. Assemblage hémitrope par rapport à e^2 de deux cristaux dont chacun est hémitrope par rapport à a^1. La fig. 42 représente cet assemblage. L'un des cristaux a pour notation $Le^2\Phi d^2$, l'autre est un isoscéloèdre à peu près simple.

Plan d'hémitropie e^1.

Nous avons décrit dans notre premier Mémoire (page 13, fig. 7) un groupe de deux isoscéloèdres placés dans une position approximativement hémitrope par rapport à e^1. D'après des mesures prises par Sella (*Studii sulla Mineralogia Sarda.* Torino, 1856), cette mâcle devrait plutôt, dans les cristaux de Traversella, être considérée comme ayant lieu par rotation autour d'un axe perpendiculaire à a^1; c'est cette face qui serait réellement commune aux deux cristaux [1]. Nous avons voulu vérifier

[1] Nous avons fait observer (*Bull.* n° 7, 1886. *Société française de Minéral.*), que toute hémitropie de la calcite peut s'expliquer de deux façons différentes à cause de $s = \frac{3}{4} \cdot \frac{a^2}{c^2} = 1{,}02764$ très proche de l'unité et que, si le plan d'hémitropie est a^m, l'autre plan commun est $e^{\frac{m+5}{2m+1}}$, tandis que si le plan d'hémitropie est e^m, le plan correspondant sera $e^{\frac{5-m}{2m-1}}$, $a^{\frac{5-m}{2n-1}}$ ou $e^{\frac{m-5}{2m-1}}$ suivant que $m \leqq \frac{1}{2}$, $\frac{1}{2} \leqq m \leqq 5$ ou $m \geqq 5$. Ajoutons ici que l'angle φ des axes des deux cristaux est donné par les formules suivantes : $tg. \frac{\varphi}{2} = \pm \frac{m-1}{(m+2)\sqrt{s}}$ (1) (si le plan d'hémitropie est a^m) et $tg. \frac{\varphi}{2} = \pm \frac{(m-2)\sqrt{s}}{m+1}$ (2) (si le plan d'hémitropie est e^n). A l'aide de ces formules, on trouve que si, au lieu de a^m, c'était le plan correspondant $e^{\frac{m+5}{2m+1}}$ qui était en parfaite coïncidence, l'angle des axes, au lieu d'être exprimé par la formule (1) serait donné par $tg. \frac{\varphi'}{2} = \pm \frac{(m-1)\sqrt{s}}{m+2}$ (3); de même si, au lieu de e^m, c'est le plan correspondant qui est en coïncidence, l'angle des axes serait donné par $tg. \frac{\varphi'}{2} = \pm \frac{m-2}{(m+1)\sqrt{s}}$ (4). On voit que, pour $s = 1$, les formules (1) et (2) deviennent identiques respectivement à (3) et (4). Ainsi, pour $m = 4$, le plan correspondant de a^4 est e^1. L'angle des axes, pour $s = 1$, serait donné par $tg. \varphi = \frac{1}{2}$ ($\varphi = 53°7'48''$) : en supposant $s = 1{,}02764$, on trouve : $\varphi = 52°30'28''$ et $\varphi' = 53°45'27''$.

par des mesures prises sur un solide de clivage maclé, tiré hors d'un cristal très pur (N° 601), si la même chose se présentait à Rhisnes. On a mesuré les angles que la face p de l'un des rhomboèdres fait avec les trois faces de l'autre. Nous affectons de l'indice p les faces du premier cristal et de l'indice π celles du second; le plan e^1 commun étant placé de profil devant le spectateur, nous supposons le premier rhomboèdre à gauche, le second à droite. On a obtenu, π étant la face qui forme avec p l'angle rentrant :

$$p\pi = 35°42' \ (42'.\ 42.\ 42)$$
$$p\pi' = 49°27' \ (28'.\ 27.\ 27)$$
$$p\pi'' = 49°31' \ (30'.\ 32.\ 32).$$

On calcule facilement ces angles à l'aide de la fig. 43, qui est la projection stéréographique de l'assemblage sur le plan d^1 commun aux deux cristaux.

Supposons d'abord que les cristaux aient la face a^1 commune. Le triangle $p\pi\pi'$ donne :

$$\cos x + \cos \alpha = 2 \cos \beta \cos \gamma.$$

Or :

$$\alpha = 74°55', \ \beta = a^4_{112}\, p_{0\bar{1}1} = 61°6'32'', \ \gamma = pa^1 = 18°21'20''.$$

On en déduit :

$$x = 48°56'8''.$$

Supposons en second lieu que le plan d'hémitropie soit e^1; dans ce cas, $e^1_\pi\, d^1\, e^1_p$ est une ligne droite [1]; en prolongeant pd^1 jusqu'en m on obtient le symétrique de π par rapport à $e^1_\pi\, d^1\, e^1_p$.

[1] Dans ce cas, les pôles a^4 ne coïncident plus. La projection a été dessinée en faisant $s = 1$; dans cette hypothèse, les pôles a^4 coïncident et la ligne $e^1_\pi\, d^1\, e_p$ est droite.

Le triangle $\pi\pi' m$ donne :

$$\cos x' + \cos \alpha = 2 \cos \beta' \cos \gamma'.$$

Or :

$\beta' = (0\bar{1}1)(22\bar{1}) = 129°25'28''$, $\gamma' = (111)(22\bar{1}) = 72°16'9''$;
d'où :

$$x = 180° - x' = 49°40'54''.$$

L'angle des axes est, dans le premier cas :

$$\varphi = 2\,(a^1\, a^1) = 52°30'28''$$

et dans le second cas,

$$\varphi\,(^1) = 2\,(a^1_p\, e^1_p - 90°) = 53°45'27''.$$

Voici le tableau de comparaison :

ANGLES	CALCULÉS (²).		MESURÉS
	Plan d'hém. e^1	Plam d'hém. a^1	
$p\,\pi$	35°27'41''	36°42'40''	35°42'
$p\,\pi'$	49°40'54''	48°56'8''	49°27'
$p\,\pi''$	49°40'54''	48°56'8''	49°31'
φ	53°45'27''	52°30'28''	53°32'(déduit de la 1re mesre).

On voit que dans les cristaux de Rhisnes le plan commun est e^1.

(¹) $a^1_p\, e^1_p = 116°52'43',5$.

(²) Dans le cas de $s = 1$, on a : $cot.\,\gamma = 3$, $cos\,(p\,\pi') = 0,65$, $tg.\,(p\,\pi) = 0,75$, $cos\,\varphi = 0,6$, $p\,\pi = 36°52'12''$, $p\,\pi' = 49°27'30''$, $\varphi = 53°7'48''$.

N° 6899. $d^2 \overset{3}{\overline{d^2}}\, e^5 \overset{7}{\overline{e^5}}\, e^2 \overset{1}{\overline{e^2}}$ hémitrope par rapport à e^1.

Les deux faces e^2 antérieures (110) sont en zone avec d^2 (231) du cristal de gauche; il s'ensuit que le plan d'hémitropie appartient à la zone $1\bar{1}2$. On voit par la correspondance suivante que ce plan est $e^1 = 0\bar{2}\bar{1}$.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
$e^2\ e^2$ *hém.* (110, 110).	52°58′	52°58′
$d^2\ d^2$ *hém.* (321, 321).	37°13′,5	37°38′
$e^2\ \overset{7}{\overline{e^5}}$	5°47′	5°52′
$\overset{3}{\overline{d^2}}\ d^2$	8°52′,5	8°58′
$d^2\ e^2$ (321, 100).	45°6′	45°25′

Plan d'hémitropie b^1.

Ce genre d'hémitropie, très commun dans le second gisement (voir page 309), n'a été rencontré ici que dans un seul cas (N° 700) au milieu de nombreux cristaux hémitropes par rapport à a^1. Les cristaux ont pour notation $d^2 p a^1$. Cet assemblage a un aspect curieux à cause du développement anormal de deux faces p et de deux faces d^2 en zone avec ces dernières : les cristaux ont l'aspect de deux prismes à sommet trièdre, dont l'arête verticale serait l'arête b, intersection des deux faces p qui ont pris un développement prépondérant.

Direction du plan de strie.

Dans notre premier Mémoire (page 10 et fig. 2) nous avons décrit les stries dont les cristaux de Rhisnes sont sillonnés; d'après le quasi-parallélisme des intersections du plan de strie et de deux faces p avec deux faces L, nous avions conclu que le plan de strie était parallèle à $e^{\frac{1}{8}}$. Depuis, pour des raisons exposées dans un article publié par la *Société française de Minéralogie* (1), nous avons été amené à admettre que le plan de strie est parallèle à b^1.

Ajoutons ici que dans un rhomboèdre de clivage (N° 358), tiré d'un isoscéloèdre à stries très profondes, rhomboèdre dont les faces portent nettement dessinées les traces des plans de strie, nous sommes parvenu à obtenir par la percussion la face b^1 parfaitement miroitante.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
$p_{0\bar{1}1}\ b^{1}_{\bar{1}12}$	37°27′,5	37°34′
$p_{111}\ b^{1}_{\bar{1}12}$	70°52′	70°49′

(1) *Sur la direction du plan de strie dans les isoscéloèdres de calcite de Rhisnes* (1887. Bull. n° 1, Tome XI).

Loi d'après laquelle les dépôts cristallins s'effectuent autour d'un cristal préexistant.

En général, lorsqu'un cristal est placé au sein d'une solution de la substance dont il est composé, l'accroissement se fait parallèlement à ses faces; c'est ainsi que pendant un certain temps les petits isoscéloèdres se sont accrus et l'on trouve des cristaux dans lesquels on peut apercevoir les zones successives d'accroissement parallèle. Mais, à une autre époque, ces cristaux se sont trouvés au sein d'un milieu ayant une tendance à faire disparaître les faces de l'isoscéloèdre L en les remplaçant par des faces qui, en général, paraissent être des troncatures des arêtes existant dans le cristal primitif [1]. En effet, lorsque cette transformation est arrivée à son terme, la plupart des cristaux formés ont pour forme fondamentale $d^{\frac{5}{2}}$, qui provient d'un biseau b^{7}_{L} placé sur les arêtes b de l'isoscéloèdre; en outre, vers la partie médiane de ces cristaux, on aperçoit, plus ou moins développées, des faces arrondies qu'on peut rapporter dans la plupart des cas à $\Phi = d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{10}} b^{\frac{1}{15}}$, face qui est en zone avec deux faces L opposées sur e^2 (voir page 220). Quelquefois une action quelconque (dépôt d'argile ou cause semblable) a empêché la transformation de s'effectuer d'un côté du cristal tandis que de l'autre elle s'est totalement ou partiellement effectuée, ce qui a permis de prendre, en quelque sorte, la nature sur le fait. Voici la description de quelques cristaux, dans la formation desquels la loi précédente se trouve mise en jeu; on verra dans cette description les restrictions à porter à l'énoncé ci-dessus.

[1] La loi d'accroissement parallèle n'est qu'un cas particulier de la loi d'accroissement ainsi définie.

N° 25 (fig. 44). Ce fragment de grand cristal incolore était formé par $Ld^2 e^2 e^3 \Phi$. Un dépôt ultérieur $\Phi_1 e_1^3 e_1^2$.... est venu se placer sur la face e^2, vers la gauche. On voit que la face Φ s'est beaucoup élargie dans le nouveau dépôt; à droite, et à gauche là où il n'y a pas de dépôt, Φ n'a pas $\frac{1}{2}$ millimètre de largeur, tandis que, là où le dépôt s'est formé, la largeur de la face Φ dépasse un millimètre. Sur les faces e^2 latérales le dépôt est assez fort pour déborder et créer de petits angles rentrants sur les faces L. Les faces d^2 sont nettes et miroitantes tandis que les faces L sont dépolies et peu réfléchissantes.

N° 30 (fig. 45). On voit dans ce cristal, vers la droite, la tendance de la face Φ à se développer au dépens de L.

N° 53 (fig. 46). Petit cristal analogue au N° 25. L'épaisseur du dépôt ultérieur $e_1^3 \Phi_1 e_1^2$ est considérable; ce dépôt ne recouvre pas entièrement les anciennes faces; il est un peu reculé vers la gauche, ce qui permet de distinguer nettement les anciennes faces e^3 et e^2. Entre les arêtes homologues *ab*, *cd* appartenant la première au dépôt, la seconde à l'ancien cristal, est venue se déposer la face Φ, dont on aperçoit bien à la loupe la formation; elle paraît remplir grossièrement l'espace qui sépare les arêtes *ab* et *cd*. Comme, à cause d'une légère déviation dans l'orientation du dépôt, les arêtes *ab* et *cd* ne sont pas tout à fait parallèles, le dépôt Φ, partant de *ab*, vient s'arrêter à une droite *cf* située dans l'ancienne face e^2 et très voisine de *cd*.

Dans les grands cristaux où la face Φ est grossièrement dessinée, presque toujours les arêtes Φe^2 et ΦL ne sont pas rigoureusement parallèles et convergent vers le haut.

N° 337 (fig. 47). Lorsque dans les cristaux précédents la face L est complètement disparue, il reste à sa place une face arrondie très commune dans les cristaux de Rhisnes; il était à prévoir que cette face était Φ, vu qu'elle provient de l'accroissement successif de cette dernière. Il n'est pas possible de prendre des mesures sur ces faces grossières; l'assemblage N° 337, a permis de certifier le fait. Cet assemblage se compose d'un cristal *A)* $Ld^2\Phi e^2 Ii$ [1] hémitrope par rapport à a^1, terminé à axes parallèles par un cristal *B)*, dans lequel l'isoscéloèdre L est disparu et a été remplacé par les faces arrondies dont il s'agit : or, ces faces miroitent simultanément avec les faces Φ très nettes du cristal inférieur, ce qui prouve la vérité du fait avancé.

N° 302 (fig. 48). On trouve dans ce beau groupe, dont il a été question à propos de la face Ω' (page 196), tous les états successifs d'accroissement de la face Φ. Ce groupe se compose de deux cristaux (20 millimètres de hauteur) de couleur assez foncée, terminant à axes parallèles des isoscéloèdres incolores ; en outre, d'autres petits cristaux presque limpides y sont orientés comme les deux premiers. Les petits cristaux ont pour notation $Ld^2 e^2 e^3 \Phi$; on y voit les facettes Φ assez nettes et l'isoscéloèdre inaltéré. Dans les deux grands cristaux, si on les fait tourner autour de l'axe vertical successivement de 120°, on voit dans une région des facettes Φ très nettes, dans une autre région des faces Φ courbes ayant remplacé en totalité les faces L et enfin, dans la partie représentée par la figure, on aperçoit d'un côté la face L encore très nette avec la facette Φ à peine accusée et de l'autre la face Φ courbe remplaçant en totalité la

[1] La face i extrêmement petite a été négligée dans le dessin.

face L disparue. Observons que la face Φ courbe, qui s'étend dans l'espace triangulaire formé par l'arête Ld^2 et les arêtes Le^2 antérieure et latérale, est probablement formée de Φ $(L + 9\,e^2)$ et d'autres facettes de la forme $L + me^2$; souvent on aperçoit dans la face courbe une ligne, ponctuée sur la figure, parallèle à Φe^2 et qui est probablement l'ancienne arête ΦL; la partie située à droite de cette ligne fait avec la partie située à gauche un léger angle, accusant dans la première partie des faces $L + me^2$ $(m < 9)$, faces analogues à celles dont il a été parlé page 221 [1].

N° 292. Groupe formé de deux cristaux ayant environ 20 millimètres de hauteur, de notation Lpd^2, qui sont, sous le rapport de la limpidité, les plus beaux trouvés dans le gisement. Latéralement à ces cristaux principaux se trouvent greffés à axes parallèles de petits individus de couleur foncée dont l'un présente la même particularité que nous avons signalée dans le N° 302 : à gauche, on aperçoit nettement $Ld^2\Phi$, à droite l'isoscéloèdre est complètement disparu par l'agrandissement de Φ, qui est devenue courbe. On aperçoit aussi dans cette face courbe une ligne parallèle à Φe^2; comme toujours, l'intersection de Φ courbe avec d^2 est vaguement dessinée.

N° 7125. Ld^2 enveloppé partiellement par $d^2 S \Phi e^{\frac{4}{5}} e^1 e^{\frac{1}{2}} p$.

Si nous examinons les cristaux sur lesquels nous avons déterminé la face S (voir fig. 5), nous voyons que les trois faces S, Φ et $e^{\frac{7}{5}}$ obéissent à la loi que nous étudions. En effet, S provient d'un biseau sur les arêtes b de l'isoscéloèdre, $e^{\frac{7}{5}}$ est la troncature de l'arête B du

[1] La face Ω', qui est aussi de seconde formation, provient d'un biseau sur les arêtes b de l'isoscéloèdre L, conformément à la loi indiquée.

même solide et Φ est en zone avec les faces 16.8.3 et 8.16.$\overline{3}$ de l'isoscéloèdre. Que ces cristaux aient été formés autour d'isoscéloèdres préexistants, cela se déduit des faits suivants.

1° Très souvent les arêtes Ld^2 intérieures et quelquefois même les faces p et L sont visibles à cause d'un dépôt noirâtre qui s'est effectué sur ces faces pendant que le cristal extérieur prenait naissance.

2° Nous avons trouvé un petit cristal incolore (N° 7125) (fig. 49), dans lequel on aperçoit encore une partie de l'isoscéloèdre restée intacte. Dans ce cristal $e^{\frac{7}{5}}$ manque et est remplacé par les rhomboèdres $e^{\frac{4}{5}}$, e^1, $e^{\frac{1}{2}}$, dont le premier est très voisin de $e^{\frac{7}{5}}$.

N° 5006. Ce curieux groupe, malheureusement assez grossier (les mesures relatives à S, y, $e^{\frac{7}{5}}$ etc., ont été prises sur des cristaux voisins) montre la formation de nouveaux cristaux autour d'un assemblage formé par un isoscéloèdre terminé par un cristal Ld^2p (fig. 50). Le dépôt a formé deux nouveaux cristaux, l'un autour de l'isoscéloèdre de base, l'autre autour de la terminaison. Le cristal formé autour de l'isoscéloèdre inférieur a pour notation $Se^{\frac{7}{5}}$, $\left(b_L^{\frac{57}{7}}\ B_L^1\right)$; le solide formé autour de la terminaison a la forme ordinaire des cristaux portant les faces S, seulement la face Φ est remplacée par $y = d^{\frac{1}{5}}\ d^1\ b^{\frac{1}{7}}$ (voir page 226).

N° 652 (fig. 51). Cristal ayant environ 60 millimètres de hauteur. En le plaçant devant l'œil lorsqu'il est traversé par une vive lumière, on aperçoit à l'intérieur le cristal de première formation. Sur le fond noir constitué par les faces portant des hachures sur la

figure, se détachent en blanc les faces d_1^2, $d_1^{\frac{3}{2}}$, Φ_1. Il est difficile, sauf pour la face p qui appartient évidemment au cristal intérieur, de décider quelles sont les faces qui appartiennent au cristal primitif. Il nous semble que l'ancien cristal avait pour notation : $Ld_1^2\ pd_1^{\frac{3}{2}}\ \Phi_1\ e^2$ et que le dépôt a surtout développé les faces d^2, augmenté les faces Φ grossièrement en les arrondissant, diminué les faces L en les remplaçant partiellement par la série des faces S, supprimé les faces p. En prenant des mesures entre les deux faces L antérieures, on a obtenu d'abord approximativement : $LL = 58°12'$; pour les faces intermédiaires on obtient une image paraissant continue, mais que l'on peut résoudre en plusieurs images distinctes, très voisines, en prenant pour mire la flamme d'une bougie éloignée; on trouve ainsi des angles variant de 6°56′ à environ 10°; ce sont donc les faces $d^{\frac{3}{2}}$, S..... jusqu'à z. Les faces S sont traversées par des lignes, parallèles à l'arête SL, qui vont en s'arrondissant vers les faces Φ. Les lignes ab, cf sont fortement marquées et saillantes; ha fait aussi faiblement saillie.

N° 4263. Cristal analogue au précédent; seulement une partie du cristal primitif est restée à découvert; on y aperçoit la combinaison $Le^2 d^2$ finement dessinée.

N° 3021. Nous avons décrit (page 199, fig. 9), des cristaux scalénoédriques de seconde formation présentant l'ensemble des trois faces Φ, Ω', $d^{\frac{8}{5}}$ en général peu distinctes et paraissant former une seule face courbe. Or, Ω' provient d'un biseau sur les arêtes b de l'isoscéloèdre L, Φ est en zone avec deux faces L opposées sur e^2, $d^{\frac{8}{5}}$ est en zone avec L et e^2 latérale.

Rappelons pour terminer que tous les grands cristaux

scalénoédriques, plus ou moins grossiers, formant une grande partie du gisement que nous étudions, sont constituées par d^2, e^2, un scalénoèdre voisin de $d^{\frac{3}{2}}$ tel que S et d'une face arrondie Φ placée entre S et e^2.

Appendice.

Nous avons parlé dubitativement (page 221), d'une face appartenant à la zone Le^2 et faisant avec L un angle de 10°18′. Nous venons de trouver un cristal (N° 3654) portant Φ et la face en question bien développées; on a pu y mesurer exactement l'angle que cette dernière fait avec L. On a obtenu : 10°32′ (28′. 30. 33. 35. 32); elle correspond nettement à

$$L + 7e^2 = 23.15.3 = d^{\frac{1}{4}}\, d^{\frac{1}{28}}\, b^{\frac{1}{41}},$$

qui donne 10°31′ pour l'angle cité.

Observons à présent que cette face est excessivement voisine de $M = d^1\, d^{\frac{1}{7}}\, b^{\frac{1}{10}}$, dont nous avons parlé antérieurement, qui n'a pu être déterminée que dans un seul cristal (page 233) et dont nous avons admis l'existence dans certains cristaux portant l (page 216) et dans d'autres présentant la face I (page 240). Le tableau suivant prouve que certainement les faces observées dans ces différents cristaux appartiennent à la même forme. Sauf pour l'angle avec $10\bar{1}$, pour lequel on obtient une différence de 1°, la notation $M = 23.15.3$ satisfait bien; de plus, les faces observées sur les cristaux à faces Φ appartiennent certainement à la zone Le^2. D'autre côté la notation $M = 17.11.2$ est plus simple et donne en général une meilleure concordance.

Nous avons laissé subsister les deux notations dans les tableaux qui vont suivre (page 317).

ANGLES.	CALCULÉS		MESURÉS.
	17.11.2	23.15.3	
Avec $44\bar{1}$	29°50′	30°13′,5	(1) 29°56′
» 401	39°24′	39°32′,5	(1) 39°46′
» $10\bar{1}$	63°53′	64°16′	(1) 63°47′
Sur p	40°20′	39°36′	(1) 40° approxim.
Avec Φ	2°5′	1°54′	
» $L_{16.8.5}$	10°34′	10°31′	(2) 10°18′, (3) 10°29′, 10°32′
» $L_{8.16.\bar{5}}$	53°56′,5	53°57′	(3) 53°53′
(17.11.2)(23.15.3)	0°53′		

La face 23.15.3 se trouve à l'intersection des zones :

$$Le^2 \text{ et } xe^2_{100}\, d^{\frac{5}{4}}\, d^{\frac{5}{2}}_{351}.$$

(1) Voir page 234.
(2) Voir page 221.
(3) Voir page 240.

CRISTAUX DU SECOND GISEMENT.

CRISTAUX DU SECOND GISEMENT.

Les cristaux que nous allons décrire ont été trouvés à un niveau situé à environ 15 mètres plus bas que le niveau inférieur de l'ancien gisement et environ 80 mètres plus à l'Est.

Les échantillons ont été prélevés dans des espaces représentés par les N^os^ **45**, **46**, **47**, **48**, **49** et **50**, qui ont chacun environ un mètre carré de surface; le N° **45** est celui qui se trouve le plus près du 1er gisement. Nous décrirons ces échantillons d'après la place qu'ils occupent dans le gisement.

Les N^os^ **45** et **49** sont très remarquables et seront décrits en détail ; des autres nous ne dirons que quelques mots.

L'examen de ces cristaux nous a conduit à cette conclusion qu'ils sont tous formés autour d'isoscéloèdres préexistants et sont dus à l'action de trois milieux successifs; le premier a déposé l'isoscéloèdre, le deuxième a formé autour de ce dernier un solide dont les faces proviennent de troncatures ou biseaux sur les arêtes b de L (observé surtout dans N° **49**), le troisième a déposé autour du solide de seconde formation, un cristal ayant pour forme fondamentale des scalénoèdres de la forme $\overline{d^{n}}^{m}$.

L'isoscéloèdre primitif est très rare dans cette formation, mais il s'y présente toujours avec la limpidité et l'éclat du quartz; rarement il est complètement libre (N° **45**), ordinairement on en aperçoit une partie qui n'a pas été recouverte par le dépôt de la deuxième époque.

Le cristal de seconde formation est terne et confus.

Le cristal de troisième formation est presque limpide, à faces réfléchissantes mais souvent indécises; quelques-unes de ces faces sont courbes ou traversées par de nombreuses lignes sinueuses ; ces cristaux ressemblent à ceux des autres gisements de calcite, sauf cependant la présence de quelques faces que nous examinerons en détail et celle de facettes L ordinairement très petites mais nettes et miroitantes, que nous rencontrons ici pour la première fois sur des cristaux de troisième formation.

N° 45.

CRISTAUX PRÉSENTANT LES FACES :

$$e_3,\ e_{\frac{5}{3}},\ V = d^{\frac{1}{31}}\ d^{\frac{1}{28}}\ b^{\frac{1}{33}},\ P = d^{\frac{1}{34}}\ d^{\frac{1}{37}}\ b^{\frac{1}{44}}.$$

Grande géode contenant de magnifiques groupements à axes parallèles (fig. 52). L'assemblage a de 4 à 12 millimètres de hauteur et se compose ordinairement de trois cristaux. En haut un cristal prismatique, puis un isoscéloèdre L légèrement modifié, puis enfin un cristal provenant apparemment d'un dépôt formé sur un isoscéloèdre préexistant.

1° *Cristal intermédiaire.* — $L\ e_3\ e_{\frac{5}{3}}\ e_{\frac{3}{2}}$.

C'est l'isoscéloèdre L net et limpide; il se termine vers le haut par des facettes nettes mais presque toujours assez ternes pour ne fournir aucune image. Une de ces faces paraît couper horizontalement la face L, c'est-à-dire qu'elle appartient aussi à un isoscéloèdre.

D'après la position relative aux clivages, on conclut qu'elle représente e_3 ; en effet, dans un de ces assemblages on a pu vérifier que la face en question est en zone avec 16.8.3 et $16.8.\overline{3}$ et qu'elle fait avec L un angle approximatif de 28°21′ (28′.23.13). Dans un autre cristal

on a obtenu 28°31′ pour cet angle (calculé : $Le_3 = 28°54'$).

Les facettes adjacentes à e_3 paraissent en zone avec deux faces e_3 et sont, par conséquent, de la forme $e_{\frac{m}{n}}$; elles sont striées dans deux sens et présentent l'aspect caractéristique du plomb coupé par un instrument imparfaitement tranchant. Dans un de ces cristaux (N° 10000), qui n'est pas terminé par un cristal prismatique, nous avons pu mesurer approximativement l'angle fait par une de ces faces avec p antérieure; on obtient une image continue que l'on peut résoudre en prenant pour mire la flamme d'une bougie assez éloignée. On a obtenu :

Image la plus rapprochée de p (nette) : 36°59′ (40′.50. 55. 77. 78. 78. 53).

Image suivante (assez nette) : 38°43′ (36′. 50. 44).

Image extrême (très confuse) : 42°4′ (0′.8).

On a aussi mesuré, en se servant de la première image, l'angle avec $8\bar{8}3$, qui a été trouvé de 45°1′ (4.$\bar{2}$). La deuxième image correspond approximativement à $e_{\frac{3}{2}}$ ($pe_{\frac{3}{2}} = 39°2',5$), la troisième à $e_{\frac{4}{3}}$ ($pe_{\frac{4}{3}} = 42°22',5$); quant à la première, elle correspond à une forme comprise entre $e_{\frac{9}{5}}$ et $e_{\frac{3}{2}}$ ($pe_{\frac{9}{5}} = 34°3'$, $pe_{\frac{3}{2}} = 39°2',5$). Les notations $e_{\frac{5}{3}}$ et $e_{\frac{8}{5}}$ conviennent assez bien :

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS
	$e_{\frac{5}{3}} = 825$	$e_{\frac{8}{5}} = 13.3.8$	
Avec p	36°7′,5	37°14′,5	36°59′
Avec $L_{8\bar{8}3}$	45°39′	44°33′	45°1′

Nous choisissons la notation $e_{\frac{5}{3}}$, cette forme étant déjà connue à Andreasberg, où M. Sansoni l'a signalée dans la combinaison $a^1 e^1 e_{\frac{5}{3}}$ (¹). Le pôle $e_{\frac{5}{3}}$ se trouve indiqué d'avance sur la projection stéréographique de M. Des Cloizeaux; on l'y voit à l'intersection des trois cercles de zone : $d^1 \pi \chi e^{\frac{1}{5}} a^5$, pe^1 et $a^1 Q \omega e_{\frac{1}{2}}$.

2° *Cristal inférieur. VPe¹.....*

Sur plusieurs cristaux de la forme Lp, provenant du 1er gisement, nous avions remarqué un dépôt formé sur les arêtes B, paraissant couper la face p suivant des lignes alternativement parallèles à la ligne de pente et à l'horizontale de cette face. L'angle sur e^1 étant voisin de 180°, le scalénoèdre formé par ce dépôt est presque un rhomboèdre et, d'après ce qui vient d'être dit, il est de la forme $e_{\frac{n}{n}}$. Dans un grand cristal (N° 1), hémitrope par rapport à e^2, les faces en question se présentaient sous forme de bandes parallèles faisant avec L des angles rentrants sur e^1. On y avait mesuré approximativement : Angle avec L = 29°45′ (46′. 45. 40. 48), Angle sur e^1=4°55′ (11′. 69. 45. 72. 80), Angle avec p (on aperçoit deux images) 47°50′ (50′. 51. 50) et 49°48′ (55′. 38. 61. 36) (²). Ces mesures correspondent assez bien à $e_{\frac{9}{8}}$, face pour laquelle ces angles sont respectivement de : 29°38′, 5°16′ et 47°14′.

Dans le cristal inférieur de l'assemblage dont nous

(¹) Sansoni. *Sulle forme cristalline della Calcite di Andreasberg.* Roma 1884, page 36, n° 51, fig. 18. On voit dans cette figure $e_{\frac{5}{3}}$ sous forme de biseau b^4 sur les arêtes culminantes du rhomboèdre e^1. La seconde incidence calculée doit être changée en 14°27′.

(²) Ce dernier angle correspond à e^1 ($p e^1$ = 50°34′,5) ou mieux à une forme $e_{\frac{m}{n}}$ intermédiaire entre $e_{\frac{9}{8}}$ et e^1.

nous occupons à présent, l'isoscéloèdre est complètement disparu ; des faces V, parfois assez bien réfléchissantes, constituent des bandes analogues à celles que nous venons de décrire et se terminent vers le bas par de très petites faces P très brillantes.

Détermination de $V = 64.3.26 = d_{\overline{31}}^{1}\, d_{\overline{28}}^{1}\, b_{\overline{33}}^{1}$.

Dans le cristal N° 10317, terminé par un petit isoscéloèdre très net, nous avons pu mesurer assez exactement les angles que fait V avec deux faces L :

$$VL_{16.8.3} = 28^{\circ}18' \ (15'.\,23.\,22.\,14.\,14),$$
$$VL_{8\overline{8}\overline{3}} = 32^{\circ}31' \ (29'.\,28.\,35.\,25.\,37). \quad (1)$$

En partant de ces incidences, on obtient :

$$\frac{z}{y} = \frac{9{,}55505}{1{,}09364} = 8, 1, 2, 1, 4.....$$

La troizième réduite $\frac{z}{y} = \frac{26}{3}$ jointe à $\frac{x}{y} = \frac{64}{3}$, donne : $V = 64.3.26$. On a, depuis, mesuré approximativement [1] : $Vp_{0\overline{11}} = 55^{\circ}27'$ (30'.22.28.23.34). Dans le tableau de correspondance nous avons aussi inscrit les incidences relatives à 21.1.9.

ANGLES	CALCULÉS.		MESURÉS.
	21.1.9	64.3.26.	
Avec $L_{16.8\,3}$	28°35′	28°16′	28°18′
Avec $L_{8\overline{8}\overline{3}}$	32°48′,5	32°30′	32°31′
Avec $p_{0\overline{11}}$	54°6′	54°48′	55°27′ approx.

[1] La mesure n'est qu'approximative, parce que le clivage appartient à un troisième cristal placé sur l'isoscéloèdre.

Nous avons essayé en vain de ramener la face V à la forme $e_{\frac{n}{n}} = m + n.\,m - n.\,m$.

En remplaçant dans l'équation

$$x + 0{,}25691\ z = 23{,}6419\ y, \text{ tirée des mesures (1)},$$

x, y et z par ces dernières valeurs, on obtient :

$$\frac{m}{n} = \frac{24{,}6419}{22{,}38499} = 1, 9, 1, 11, \ldots;$$

en essayant $e_{\frac{11}{10}} = 21.1.11$ et $e_{\frac{8}{7}} = 15.1.8$, on trouve :

$$e_{\frac{11}{10}}.\ (16.8.3) = 30°20',5 \text{ et } e_{\frac{8}{7}}.\ (16.8.3) = 30°6'.$$

Le pôle de V se trouve à l'intersection des cercles de zone $\bar{1}42$ $\left(e^{1}_{201}\, e^{\frac{1}{\bar{5}}}_{\bar{2}\bar{2}\bar{5}}\right)$ et $1.22.\bar{5}$ $\left(e^{\frac{5}{2}}_{501}\, b^{3}_{\bar{2}\bar{1}\bar{4}}\right)$ (¹).

Détermination de $P = 27.1.9 = d^{\frac{1}{\bar{34}}}\, d^{\frac{1}{\bar{37}}}\, b^{\frac{1}{\bar{44}}}$.

Les faces P peuvent donner lieu à de bonnes mesures : (voir fig. 52).

Angle sur e^1 :

1er cristal. 3°32′ (32′.49.26. 22.30)
2oud „ 3°34′ (39′.27.25. 42.35) } Moyenne : $\Psi = 3°33'$.

$P_1\, p_{111} = 54°37'$ (26′.27.33.49.51), $\alpha = 54°37'$,

$P\ p_{111} = 57°18'$ (17′.19.19.14.22), $\beta = 57°18'$.

Les trois incidences mesurées ne peuvent suffire à calculer les rapports des caractéristiques par la méthode générale exposée page 175, parce que l'une des incidences est une déduction des deux autres. On peut se servir de

(¹) Si l'on adoptait la notation $V = 21.1.9 = d^{\frac{1}{\bar{31}}}\, d^{\frac{1}{\bar{28}}}\, b^{\frac{1}{\bar{52}}}$, le pôle V serait situé à l'intersection des cercles $e^{2}_{100}\, e_{\frac{9}{8}}\, b^{\frac{5}{\bar{4}}}\, P\,(09\bar{1})$ et $e^{1}\, b^{4}_{\bar{1}\bar{3}\bar{5}}(\bar{1}32)$.

la troisième mesure pour vérifier si P_1 et P sont bien les faces d'un même scalénoèdre comme nous l'avons admis. Si m est le module de p et xyz la face inconnue, on a, comme d'ordinaire :

$$\frac{x + y + 2sz}{y} = \frac{m \cos \alpha \sqrt{3}}{\sin \frac{\Psi}{2}}$$

$$\frac{x - 2y + 2sz}{y} = \frac{m \cos \beta \sqrt{3}}{\sin \frac{\Psi}{2}}.$$

En soustrayant membre à membre ces équations, on obtient la relation qui doit se passer entre les trois angles α, β et Ψ :

$$\frac{2m\sqrt{3}}{\sin \frac{\Psi}{2}} . \sin \frac{\beta + \alpha}{2} \sin \frac{\beta - \alpha}{2} = 3.$$

En employant les nombres obtenus par la mesure, on trouve : 3,0897.

Pour calculer les caractéristiques, on résoudra les équations :

$$\frac{x + y + 2sz}{y} = 46,1064 \quad \text{et}$$

$$\frac{x^2 + y^2 - xy + sz^2}{y^2} = \left(\frac{\sin 60^\circ}{\sin \frac{\Psi}{2}}\right)^2 = 781,715.$$

On obtient :

$$\frac{x}{y} = \frac{3446617}{127764} = 26, 1, 41, 2, 3.....$$

La seconde réduite donne : $P = 27.1.9 = d^{\frac{1}{34}} d^{\frac{1}{37}} b^{\frac{1}{44}}$.

Correspondance :

ANGLES	CALCULÉS.				MESURÉS
	27.1.9	133.5.45	33.1.11	50.2.17	
Sur e^1	3°32′	3°35′	2°53′	3°49′	3°33′
Avec p_{111}	54°23′	54°11′	54°40′	54°2′	54°37′
Avec $p_{\bar{0}11}$	57°	56°50′	56°48′	56°51′	57°18′

Nous avons constaté depuis que la face P paraît être en zone avec p et $L_{\bar{8}85}$ (zone $5.11.\overline{16}$); mais, dans cette hypothèse, on arrive à des notations très compliquées ou à des résultats peu approchés, comme l'indique le tableau précédent.

La face P se trouve sur les zones :

$$10\bar{3}\left(d^2\, e^{\frac{7}{2}}\, 0 e_{\frac{2}{3}}\, e^{\frac{5}{4}}\right),\ 09\bar{1}\left(e^2_{100}\, e_{\frac{9}{8}}\, b^{\frac{5}{4}}\right),\ 19\bar{4}\left(a^3\, e^{\frac{7}{5}}\, e_{\frac{4}{3}}\right).$$

La face que nous avons notée e^1 dans la fig. 52 (¹) est en réalité formée de faces de la forme $e_{\frac{n}{n}}$ tendant vers e^1; en effet, jamais l'angle sur p a été trouvé de 101°9′. Dans un cristal, cet angle était de 99°59′ (55′.75.35.45.85), dans un autre, on a obtenu pour une de ces faces trois images nettes, tandis que l'autre n'en montrait qu'une; les angles obtenus dans ce dernier cristal sont : 97°26′,

(¹) La partie dont il s'agit paraît rhomboédrique et le clivage produit sur l'arête culminante antérieure est en zone avec les deux faces adjacentes du solide.

98°26′ et 98°59′; or pour $e_{\frac{9}{8}}$ cet angle est de 94°28′. La partie désignée par e^1 est donc formée de faces intermédiaires entre e^1 et $e_{\frac{9}{8}}$ telles que $e_{\frac{13}{14}} = 29.1.15$ (angle sur $p = 97°15'$), faces tendant vers e^1; cette dernière forme n'a pris son développement normal que dans les cristaux à faces T'' dont il va être parlé.

3° *Cristal supérieur.* — Approximativement prismatique (¹).

CRISTAUX PRÉSENTANT LA FACE :

$$T'' = 13.2.6 = \overset{1}{\overline{d^5}}\ \overset{1}{\overline{d^7}}\ \overset{1}{\overline{b^6}} = (e_{12})_{e^1}.$$

Dans une géode évidemment analogue à la précédente, l'isoscéloèdre était disparu, le rhomboèdre e^1 s'était développé avec faces brillantes et portait presque toujours des cristaux prismatiques de terminaison.

N° 10421 (fig. 53) $e^1\ T''e_{\frac{7}{4}}$.

Cristaux de 4 à 8 millimètres de hauteur, grossièrement agencés, à faces courbes et ternes, sauf e^1 qui est bien réfléchissante; le bas du cristal se relève et paraît former un léger angle rentrant avec la partie centrale; les faces e^1 et T'' paraissent appartenir à un cristal préexistant, qui a été enveloppé par des dépôts plus récents; parfois chaque angle du cristal porte un cristal prismatique orienté comme lui.

Mesuré : $p_{\text{inf.}}e^1 = 72°40'$, $T''e^1_{\text{appr.}} = 7°10'$ $(21'.14.\overline{18}.\overline{1}.7.21.9.30)$

(¹) Il peut être noté approximativement : $e^2\ d^2\ \overset{1}{\overline{e^2}}\ b^1\ \rho$. Les facettes $\rho = 723$ courbes ne permettent aucune mesure; elles ont été ainsi notées parce que d'un côté elles paraissent provenir d'un biseau sur les arêtes d de $\overset{1}{\overline{e^2}}$ et d'un autre côté leur intersection avec d^2 paraît indiquer qu'elles constituent un biseau sur les arêtes placées sur e^1 de d^2.

Le scalénoèdre T'', dont deux faces sont en zone avec e^1, appartient à la zone $(1\bar{2}1)(321)$; sa notation sera donc (voir page 173):

$$T'' = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha}(1\bar{2}1) + 321, \text{ formule dans laquelle :}$$

$$\alpha = 37°41' - 7°10' = 30°31', \quad \beta = 37°41' + 7°10' = 44°51'.$$

On en déduit : $T'' = 1{,}3888\,(1\bar{2}1) + 321 = \left(\frac{e_{14,3328}}{1{,}1664}\right)_{e^1}$.

La notation $T'' = (e_{12})_{e^1} = 13.2.6 = d^{\frac{1}{5}}\, d^{\frac{1}{7}}\, b^{\frac{1}{6}}$ convient fort bien avec $T''e^1 = 7°20'$. On a mesuré depuis : $T''e^1 = 7°24'$ (29'. 20. 26. 19) (¹) et, dans le cristal N° 1008 dont il va être parlé, $T''e^1 = 7°30'$ (28'. 27. 22. 33. 38).

Le pôle T'' se trouve dessiné d'avance sur la projection stéréographique de M. Des Cloizeaux; il se trouve à l'intersection des cercles de zone d^2e^1 $(\bar{2}14)$ et $d^1_{210}\, e^{\frac{4}{5}}_{302}\, \sigma_{5\bar{2}6}\, b^{\frac{5}{4}}_{1\bar{4}6}$ $(\bar{2}43)$.

Les faces désignées par y sur la figure sont de la forme $e_{\frac{m}{n}}$. On a mesuré :

Angle avec e^1 (Mires éloignées. Image confuse) = 15°26' (19'. 34. 35. 23. 18).

" (Une mire rapprochée. Image assez nette) = 15°40' (41'. 47. 40. 36. 27. 49).

Dans le cristal N° 2118 on a pu mesurer avec plus d'exactitude :

Angle avec e^1 = 15°20' (18'. 13. 33. 16. 21). Enfin le cristal N° 1008 dont il va être parlé a donné pour cet angle 16°3' $(\bar{5}'.\ 9.\ 0.\ 5.\ 8)$.

(¹) En prenant la flamme d'une bougie pour mire, on aperçoit d'autres images, correspondant à des faces, dont la plus rapprochée de e^1 fait avec celle-ci un angle de 3°14' et correspond approximativement à $X = 25.2.12 = (e_{24})_{e^1}$.

La face inconnue est donc comprise entre $e_{\frac{9}{5}}$ et $e_{\frac{5}{3}}$ $\left(e^1 e_{\frac{9}{5}} = 16°31',5 \text{ et } e^1 e_{\frac{5}{3}} = 14°27'\right)$; en partant de l'incidence 15°20', qui est la plus sûre, on arrive à $\frac{x}{y} = \frac{1701}{451} = (3, 1, 3, 2, 1 \ldots.)$ puis à $e_{\frac{19}{11}} = 30.8.19$, qui donne $e^1 e_{\frac{19}{11}} = 15°25'$. Vu le peu d'exactitude dont les mesures sont susceptibles, il nous a semblé préférable d'adopter la notation plus simple $e_{\frac{7}{4}} = 11.3.7$, qui correspond bien à la moyenne donnée par les cristaux mesurés, vu que $e^1 e_{\frac{7}{4}} = 15°46',5$ (¹). Le pôle $e_{\frac{7}{4}}$ se trouve à l'intersection des cercles de zone $p e^1$ et $\zeta d^{\frac{5}{2}} \varkappa_{15,6,5}$ $(\bar{3}43)$.

Les faces inférieures coupent e^1 suivant des droites cd parallèles à ab; elles se relèvent sur e^1 et miroitent approximativement en même temps que les faces y; elles donnent avec p adjacente une image continue dans laquelle on peut fixer : 42°50' — 44°50' — 49°45'; ce sont des faces de la forme $e_{\frac{n}{n}}\left(e_{\frac{4}{3}}, e_{\frac{5}{4}} \ldots.\right)$.

N° 1008. $e^1 e^{\frac{6}{15}} e^{\frac{1}{2}} a^1 e_{\frac{7}{4}} T''$.

Cristal analogue au précédent, non terminé par des prismes; outre les mesures relatives à $e_{\frac{7}{4}}$ et T'' déjà mentionnées, nous citerons $pe^1_{\text{inf.}} = 72°10'$. Dans la mesure

(¹) Le cercle de zone $p\,e^1$ est coupé par le cercle $a^1\, q_{18,5,5}$ (voir Des Cloizeaux) entre $e_{\frac{9}{5}}$ et $e_{\frac{5}{3}}$. Ce pôle correspond fort bien aux mesures obtenues, mais sa notation $e_{\frac{23}{13}} = 36.10.23$ est fort compliquée. Le pôle de $e_{\frac{7}{4}}$ se trouve entre le point dont nous venons de parler et le pôle de $e_{\frac{5}{3}}$.

de l'angle que fait e^1 avec le rhomboèdre qui le sépare de a^1 on obtient deux images nettement distinctes qui donnent 18°1′ ($\overline{5}'.\overline{3}.1.12.\overline{1}$) et 19°53′ (53′. 50. 56). Ces deux images sont aussi données par les deux autres faces analogues, seulement elles sont peu intenses; celle que l'on perçoit le mieux donne 19°30′ pour l'une des faces et 19°24′ pour l'autre. La première incidence correspond approximativement à $e^{\frac{1}{2}}$ ($e^1 e^{\frac{1}{2}} = 18°30'$), la seconde accuse les faces d'un rhomboèdre $e^{\frac{6}{13}} = 19.0.20$ très voisin de $e^{\frac{1}{2}}$. Calculé : $e^1 e^{\frac{6}{13}} = 19°59'$.

Appendice. — Remarque sur les faces de la forme $e_{\frac{m}{n}}$.

Avant d'avoir étudié les cristaux précédents, nous avions trouvé sur certains isoscéloèdres limpides de notation $Lpa^1 b^1$, provenant du premier gisement, quelques faces K paraissant nettement en zone avec p_{111} et $L_{\overline{883}}$ (zone 11.5.$\overline{16}$). Ces faces sont striées dans deux directions à peu près perpendiculaires entre elles et ont l'aspect particulier du plomb coupé par une lame imparfaitement tranchante. Elles n'avaient pu fournir que des mesures approximatives à l'aide de la flamme d'une bougie; lorsque le cristal tourne autour de l'arête p_{111} $L_{\overline{883}}$, on obtient une suite d'images dans lesquelles on peut préciser celles qui correspondent aux faces extrêmes et qui donnent respectivement avec p : 38°21′ et 33°30′. En partant de ces incidences, on arrive à

$$K = 19.3.14 = d^{\frac{1}{12}} d^{\frac{1}{9}} b^{\frac{1}{7}} = L + 11p \text{ avec } Kp = 38°11'$$

$$\text{et } K' = 21.5.16 = d^{\frac{1}{14}} d^{\frac{1}{9}} b^{\frac{1}{7}} = L + 13p \text{ avec } K'p = 34°8'.$$

L'identité d'aspect de ces faces K et des faces $e_{\frac{m}{n}}$, pré-

sentées par les cristaux du second gisement que nous venons d'étudier, montrent que ce sont des faces de même nature, mais il est difficile de choisir entre les deux notations. En effet, si l'on calcule les angles que font avec l'arête d du rhomboèdre primitif les axes des zones $p_{111}\ L_{\overline{883}}$ et $p_{111}\ e^{1}_{201}$, on trouve respectivement 51°31,'5 et 50°57',5 ; il s'ensuit que les deux axes, presque parallèles, ne font entre eux qu'un angle de 0°34'. Ce n'est que par des mesures précises de vérification qu'on pourrait choisir entre les deux zones, mais les faces que nous examinons ne s'y prêtent malheureusement pas.

Ainsi nos faces K et K' peuvent être considérées comme représentant respectivement $e_{\frac{3}{2}}$ ($pe_{\frac{3}{2}} = 39°2',5$) et $e_{\frac{9}{5}}$ ($pe_{\frac{9}{5}} = 34°3'$). Réciproquement, la face $e_{\frac{5}{3}}$ trouvée plus haut (voir page 273) pourrait être facilement ramenée à la zone $11.5.\overline{16}$. En effet, en partant des angles qui ont servi à déterminer $e_{\frac{5}{3}}$ (¹) et, en se servant de la condition que la face cherchée vérifie l'équation de la zone dont il s'agit, on trouve :

$$\frac{x}{y} = \frac{66335269}{12642287} = (5, 4, 2....).$$

En prenant $\frac{x}{y} = 5$, on arrive à :

$$20.4.15 = d^{\frac{1}{15}}\, d^{\frac{1}{9}}\, b^{\frac{1}{7}} = L + 12p$$

intermédiaire entre les faces K et K' ; la correspondance approximative est d'ailleurs aussi satisfaisante que celle obtenue par la notation $e_{\frac{5}{3}}$.

(¹) Angle avec $p = 36°59'$, angle avec $\overline{883} = 45°1'$.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
(20.4.15) p	36°4′	36°59′
(20.4.15) ($\overline{883}$)	45°9′,5	45°1′

Il serait facile de ramener approximativement les autres faces $e_{\frac{m}{n}}$ observées à la zone 11.5.$\overline{16}$, l'écart entre les deux cercles de zone que nous examinons, mesuré sur un arc ayant le point p comme pôle, est de 2°9′ au point où se trouve e_3 et de 3°3′ au point e_2. Observons aussi que la face $e_{\frac{7}{4}}$ déterminée plus haut se rapporterait fort bien à la notation $d^{\frac{1}{13}}\, d^{\frac{1}{9}}\, b^{\frac{1}{7}}$, qui fait avec e^1 un angle de 15°41′ (Mesuré : 15°26′—15°40′—15°20′. Voir p. 280 (¹).

L'existence des formes e_3 et e^1 dans les cristaux que nous étudions et la présence, constatée par nous sur des cristaux d'Arquennes, des faces e_2 et $e_{\frac{9}{5}}$ avec l'éclat caractéristique des faces qui nous occupent, nous ont déterminé à rapporter ces dernières au cercle pe^1, en les notant $e_{\frac{5}{2}}$ et $e_{\frac{9}{5}}$.

N° 46.

N° 5100. $e^{\frac{11}{5}}\, d^2\, e^{\frac{1}{2}}\, b^1$.

Cristaux à aspect prismatique, formés essentiellement du 4me aigu $e^{\frac{11}{5}} = e_L^{\frac{5}{2}}$.

(¹) On pourrait donc exprimer par la notation simple $d^{\frac{1}{13}}\, d^{\frac{1}{9}}\, b^{\frac{1}{7}}$ à la fois les faces $e_{\frac{5}{3}}$ et $e_{\frac{7}{4}}$, ce qui n'est pas possible lorsqu'on laisse les faces observées sur la zone pe^1.

N° 5101. $e^3 e^2 d^2$.

Cristaux d'un blanc plus ou moins laiteux, formés essentiellement du rhomboèdre e^3. Ils portent souvent le biseau d^2, quelquefois e^1, et assez souvent un biseau indéterminable sur les arêtes courtes de d^2 (1). On voit quelquefois des cristaux précédents de très petite taille servant de terminaison à de petits isoscéloèdres L.

N° 47.

N° 471. $\overset{7}{\overline{d^4}}\, d^2 e^3 e^2$. Petits cristaux brillants.

N° 374. $\overset{8}{\overline{d^5}}\, d^2 e^2 e^3 \underset{5}{\overline{e_3}}$. Cristaux atteignant quelquefois 25 millimètres de longueur, blancs, plus ou moins opaques. Les faces principales striées, parallèlement aux arêtes du primitif, sont formées des faces très voisines $\overset{3}{\overline{d^2}}$, $\overset{8}{\overline{d^5}}$, $\overset{5}{\overline{d^3}}$, $\overset{7}{\overline{d^4}}$ et d^2 ; l'image principale correspond à $\overset{8}{\overline{d^5}}$. Ces cristaux portent en outre des faces de la forme $\underset{n}{\overline{e_n}}$, paraissant en zone avec deux faces $\overset{8}{\overline{d^5}}$ placées sur e^1 et correspondant par conséquent à $\underset{5}{\overline{e_3}} = 10.2.3$. Des mesures approximatives ont confirmé cette notation (2). Dans certains cristaux $\overset{7}{\overline{d^4}}$ prédomine.

N° 48.

N° 494. $e^3 d^2 \overset{8}{\overline{d^5}}$.....

Cristaux semblables aux précédents. Ordinairement e^3 prédomine. Ces cristaux atteignent quelquefois de

(1) Ce biseau paraît de formation plus récente.

(2) Entre autres : angle sur $e^1 = 21°42'$, angle avec p (sur e^1) $= 64°19'$. Ces mesures ne permettent pas de confondre les faces en question avec $\underset{2}{\overline{e_1}}$, pour lesquelles les angles cités sont respectivement de 26°44' et 67°39'.

grandes dimensions. Souvent hémitropes. Le n° 494, groupe, d'un blanc de marbre, ayant plus de 50 millimètres de hauteur, est formé essentiellement de quatre cristaux; les deux premiers, hémitropes par rapport à a^1, sont groupés entre eux à axes parallèles; les deux autres, groupés aussi entre eux à axes parallèles, ne sont pas hémitropes par rapport à a^1, mais sont hémitropes des deux premiers par rapport à e^2. En réduisant la chose à sa plus simple expression, on peut dire que c'est une hémitropie par rapport à e^2 d'un cristal simple et d'un cristal hémitrope par rapport à a^1. Ce mode de groupement, qui est assez fréquent, montre une tendance des faces telles que e^3 à se répéter 6 fois autour d'une extrémité de l'axe ternaire.

N° 80. $L\,d^2 p\,a^1\,b_L^{\frac{m}{n}}$.

Nous avons retrouvé ici l'isoscéloèdre L. La couche formée par les nouveaux dépôts n'a pas recouvert uniformément un cristal; dans certains endroits, elle est d'une grande finesse et l'on aperçoit l'isoscéloèdre comme au travers d'un voile; plus loin, on voit des isoscéloèdres d'un blanc mat, inaltérés, modifiés comme il est dit plus haut. A la base de l'échantillon on se retrouve dans la formation de l'isoscéloèdre; on y voit de petits cristaux Lpa^1 à terminaison fort nette; les faces a^1 et p sont, sur une certaine épaisseur, d'un jaune mat et se distinguent par là du reste de cristal : plus loin on aperçoit des individus dont la terminaison est déjà oblitérée par les nouveaux dépôts.

N° 49.

Ces cristaux sont, avec ceux du **N° 45**, les plus intéressants parmi ceux qu'on a trouvés dans le second

gisement. Ce sont des assemblages ayant de 4 à 70 millimètres de hauteur et ordinairement de 20 à 40. Ils sont constitués (fig. 54) par un scalénoèdre S' à faces ternes et ondulées, de couleur assez foncée, portant des troncatures e^3 sur les arêtes culminantes placées sur p, troncatures dont les intersections avec S' sont sinueuses; en dessous de e^3 se trouve ordinairement un rhomboèdre ayant pour notation $e^{\frac{11}{5}}$.

Autour de ce cristal est venu s'en former un autre, à faces brillantes, toujours presque limpide, constitué par des faces de la forme $d^{\frac{m}{n}}$ et terminé par des faces p miroitantes et par un scalénoèdre de la forme $b^{\frac{m}{n}}$ (voir fig. 57, 58, 59, 60, 61); la terminaison $pb^{\frac{m}{n}}$ est d'une grande netteté; en outre, ces cristaux portent des facettes v, y, L, etc., qui seront décrites plus loin (page 294). Suivant le développement relatif des faces, ces cristaux ont tantôt l'aspect scalénoédrique, tantôt le prismatique.

En examinant le scalénoèdre intérieur S', on remarque qu'il n'est pas de première formation; dans la section taillée perpendiculairement à l'axe, on voit un noyau d'un blanc de marbre, se détachant nettement sur le fond sombre appartenant au scalénoèdre S'; nous avions pensé que ces cristaux s'étaient formés autour d'isoscéloèdres L qui représentent pour nous la partie primordiale du gisement.

Effectivement, après quelques recherches, je suis parvenu à trouver six cristaux portant l'isoscéloèdre L à l'intérieur, ce dernier toujours net et miroitant. La fig. 54 représente un de ces cristaux ayant plus de 40 millimètres de hauteur (N° 31); un dépot d'argile a fait en sorte que, sur une certaine étendue, les faces de

l'isoscéloèdre intérieur sont restées intactes; on les aperçoit en L_1 et L_2 incolores et miroitantes. Il suit de là que les cristaux que nous examinons représentent les formations de trois époques différentes; la première est représentée par l'isoscéloèdre L, la deuxième par le cristal $S'e^5$, la troisième par $d^{\frac{m}{4}} p b^{\frac{m}{4}}$ (¹). Occupons-nous successivement des deux derniers cristaux.

Cristal de deuxième formation. $S' e^5 e^{\frac{11}{5}}$.

Ce cristal ne peut donner lieu à des mesures quelque peu exactes; en nous servant de lamelles de mica appliquées sur ses faces, nous étions parvenu à le noter approximativement $z = b^1_L = d^1 \; d^{\frac{1}{9}} \; b^{\frac{1}{15}}$. Depuis, nous avons trouvé dans l'échantillon N° 49_5, des cristaux plus petits, tout à fait semblables aux précédents, à face e^3 sinueuse et recouverts aussi presque tous par le dépôt $d^2 p b^5$ à faces brillantes. Le N° 490 nous a pu fournir d'assez bonnes mesures :

Angle sur p = 38°7′ (9′. 9. 4),
Angle sur e^1 = 77°53′ (50′. 51. 58),
Angle avec p_{111} = 35°23′ (20′. 25. 24),
Angle avec p_{101} = 69°50′ (48′. 49. 54).

On a en outre constaté que S' n'est pas sur la zone pp. Les deux premières données conduisent à $\frac{x}{y} = 1{,}519516$; cette valeur, jointe aux deux dernières incidences, donne $\frac{z}{y} = 0{,}332942$. Pour voir si nos incidences sont concordantes, employons les valeurs très approchées : $\frac{x}{y} = 1{,}52$,

(¹) Les faces du cristal de troisième formation portent des hachures dans la fig. 54.

$\frac{z}{y} = \frac{1}{3}$, donnant $xyz = 4{,}56.3.1 = d^{\frac{1}{128}}\, d^{\frac{1}{11}}\, b^{\frac{1}{214}}$ ($log\ M =$ 0,6170211); on obtient par le calcul une bonne correspondance relatée dans le tableau ci-dessous. Si l'on a recours au tableau des rapports des caractéristiques (page 357), on voit que la forme connue qui s'approche le plus de celle que nous déterminons est $S' = 29.19.6$, trouvée dans le premier gisement en biseau sur les arêtes b de l'isoscéloèdre L (page 191). Vu le peu de rectitude des faces du scalénoèdre que nous étudions, qui paraît correspondre à un décroissement mal défini, nous le rapporterons à $S' = 29.19.6 = d^{\frac{1}{11}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{18}}$.

Correspondance :

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS
	$d^{\frac{1}{128}}\, d^{\frac{1}{11}}\, b^{\frac{1}{214}}$	$S' = d^{\frac{1}{11}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{18}}$	
Sur p	38°5′,5	38°33′,5	38°7′
Sur e^1	77°44′	77°42′	77°53′
Avec p_{111}	35°22′	36°8′	35°23′
Avec $p_{10\bar{1}}$	69°50′	69°5′	69°50′

Cristal de troisième formation.

Sa forme s'aperçoit dans les fig. 55, 56.....61. Outre e^3, d^2 et p qui sont toujours nettes et parfaitement miroitantes [1], ces cristaux portent des faces $b^{\frac{m}{n}}$, $d^{\frac{m}{n}}$, des

[1] Ce qui est fort rare pour les faces p.

rhomboèdres aigus donnant au cristal, lorsqu'ils prédominent, le facies prismatique, et enfin les faces v, L, y, y', v', F, Ω, Ω', U, z, U.

Faces $b^{\overline{m}}$. Ce sont b^2, $b^{\overline{9}}_2$, b^5, $b^{\overline{17}}_5$ et b^6.

Les mesures font constater qu'outre b^2, b^5 et b^6, il existe dans ces cristaux un scalénoèdre $b^{\overline{9}}_2$ observé par M. Sansoni à Andreasberg (1) et un scalénoèdre intermédiaire entre b^5 et b^6 que l'on peut représenter par $b^{\overline{11}}_2$ ou $b^{\overline{17}}_5$ suivant les cristaux: les mesures correspondant à $b^{\overline{17}}_5$ étant les meilleures (2), c'est cette dernière notation que nous avons adoptée. 15 cristaux ont été mesurés.

Voici la correspondance.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS				
$p\ b^2$	23°8′	23°8′	22°54′			
$p\ b^{\overline{9}}_2$	11°28′	11°25′	11°2′			
$p\ b^5$	10°24′	10°12′	10°30′	10°37′	10°43′	10°39′
$p\ b^{\overline{11}}_2$	9°31′	9°43′	9°56′			
$p\ b^{\overline{17}}_5$	9°15′	9°17′	9°12′	9°5′		
$p\ b^6$	8°46′	8°26′				

(1) *Loc. cit.* pag. 57. Noté : $7.2.\overline{9}.11$.

(2) La meilleure mesure, fournie par le N° 372, est : angle avec $p = 9°12'$; la notation obtenue en partant de cette incidence est $b^{5,7013}$; la troisième réduite donne $b^{\overline{17}}_5$.

Faces $d^{\overline{n}}$. Ce sont $d^{\overline{4}}$, $d^{\overline{5}}$, $d^{\overline{5}}$, $d^{\overline{2}}$, (1) $d^{\overline{7}}$, $d^{\overline{8}}$, d^2 et d^6.

On a trouvé d^6 largement mais pas bien développée, striée parallèlement à l'arête de la zone que nous examinons (2). Les autres faces $d^{\overline{n}}$ coexistent sur le même cristal par groupes de deux, trois, ou plus; se reproduisant plusieurs fois sur la longueur du cristal, elles forment des angles rentrants avec d^2 (voir fig. 60 et 61).

Faces rhomboédriques. — Ces faces, surtout les antérieures, sont irrégulières, non planes; leur intersection avec e^5 est courbe vers les extrémités, ce qui accuse latéralement les faces d'un scalénoèdre U très voisin d'un rhomboèdre et duquel il sera parlé page 305. Elles donnent toujours une suite d'images; comme les angles obtenus dans beaucoup de ces cristaux présentent une certaine constance, on en conclut que ces images multiples ne sont pas dues à des déplacements accidentels, mais à des faces dont il est bon de fixer la position par une notation.

Faces rhomboédriques antérieures. — Les angles qu'elles font avec p sont plus petits que $pe^2 = 45°23'$; elles convergent donc vers le haut, c'est-à-dire qu'elles sont de la forme $e^{\overline{n}}$ avec $\frac{m}{n} > 2$ (Rhomboèdres directs). Outre les rhomboèdres connus $e^{\overline{5}}$, $e^{\overline{4}}$ et $e^{\overline{5}}$, on voit par le tableau ci-dessous qu'il existe dans ces cristaux un rhomboèdre compris entre $e^{\overline{2}}$ et $e^{\overline{5}}$; l'incidence de sa face sur p varie entre 38°20′ et 38°53′; quelques-uns des résultats obtenus

(1) $d^{\overline{7}}$, rapporté à L comme forme primitive, prend la notation simple $(e_8)_L$ (voir les formules page 213)

(2) Calculé : $pd^6 = 9°33'$. Mesuré : 9°25′ (22′. 25. 25. 27. 25).

se rapportent assez bien à $e^{\frac{19}{8}} = 991$ signalé par M. Sansoni à Blaton [1], d'autres se rapportent mieux à la notation plus simple $e^{\frac{17}{7}} = 881$. Ce dernier rhomboèdre, dont $e^{\frac{5}{3}}$ est l'inverse, est donc le troisième aigu de $e^{\frac{1}{2}}$; il occupe une position remarquable par rapport à l'isoscéloèdre L; sa face s'obtient en faisant passer dans ce dernier solide un plan par deux arêtes B.

Voici le tableau de correspondance.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS					
$p\,e^{\frac{5}{2}}$	37°9′						
$p\,e^{\frac{17}{7}}$	38°10′	38°20′	38°26′				
$p\,e^{\frac{19}{8}}$	38°57′	38°47′	38°53′	38°43′			
$p\,e^{\frac{7}{3}}$	39°36′	39°26′	39°45′	39°24′	39°36′	39°57′	39°14′
$p\,e^{\frac{9}{4}}$	40°55′	41°14′	41°18′	41°13′	40°52′	41°16′	40°43′
$p\,e^{\frac{11}{5}}$	41°45′	41°24′	42°2′	41°53′			

Faces rhomboédriques latérales. — Les angles qu'elles font avec p inférieure sont plus grands que $pe^2 = 45°23'$; ces faces convergent donc encore vers le haut et, à cause de leur position latérale, appartiennent à des rhomboèdres inverses ($e^{\frac{m}{n}}, \frac{m}{n} < 2$).

Dans le tableau ci-dessous on voit qu'outre les rhom-

(1) Voir la 2me note de la page 188.

boèdres connus $e^{\frac{9}{5}}$ et $e^{\frac{11}{6}}$ il existe, dans neuf cristaux différents, un rhomboèdre très aigu, fort voisin de e^2. L'existence de ce rhomboèdre si aigu est certaine : dans presque tous les cristaux de Rhisnes de troisième formation ayant une forme pseudo-prismatique, on observe dans les faces latérales une image donnant pour l'angle avec le clivage inférieur un nombre variant ordinairement entre 46°30′ et 47°. Le rhomboèdre le plus aigu que nous connaissions est $e^{\frac{49}{26}}$ = 25.0.1 observé par Hessenberg, à Andreasberg (¹), mais nos incidences diffèrent souvent de plus d'un degré de $pe^{\frac{49}{26}}$ = 47°42′. La notation qui convient le mieux est $e^{\frac{79}{41}}$ = 40.0.1 (²).

Voici la correspondance :

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS					
$pe^{\frac{7}{4}}$	50°39′						
$pe^{\frac{9}{5}}$	49°31′	49°42′	49°35′				
$pe^{\frac{11}{6}}$	48°48′	48°25′	48°43′	48°19′	48°23′	48°31′	48°45′
$pe^{\frac{49}{26}}$	47°42′	47°47′					
$pe^{\frac{79}{41}}$	46°50′	46°29′ 47°14′	46°41′ 46°42′	47°4′ 47°5′	46°42′	46°24′	46°23′
pe^2	45°23′	45°9′	45°	45°54′	45°17′		

(¹) Sansoni. *Loc. cit*, page 56.

(²) C'est le rhomboèdre dont la face coupe au $\frac{1}{5}$ les deux arêtes *d* concourant au sommet *e* latéral de *L* et au $\frac{1}{9}$ l'arête *B* concourant au même sommet.

Faces : $v, L, y, y', v', F, \Omega, \Omega', U, z, U'$.

a) Cristaux présentant les faces :

$$v = 861 = d^{\overset{1}{\overline{5}}} d^{1} b^{\overset{1}{\overline{5}}}, \qquad y' = 26.17.2 = d^{\overset{1}{\overline{11}}} d^{\overset{1}{\overline{2}}} b^{\overset{1}{\overline{15}}},$$

$$S = 54.34.11 = d^{\overset{1}{\overline{17}}} d^{1} b^{\overset{1}{\overline{27}}}, \qquad \Omega = 32.24.7 = d^{\overset{1}{\overline{11}}} d^{\overset{1}{\overline{5}}} b^{\overset{1}{\overline{21}}},$$

$$F = 20.15.4 = d^{\overset{1}{\overline{7}}} d^{\overset{1}{\overline{2}}} b^{\overset{1}{\overline{15}}}, \qquad L = 16.8.3 = d^{1} d^{\overset{1}{\overline{9}}} b^{\overset{1}{\overline{7}}}.$$

N° 24 (fig. 55). $d^2pb^5e^5vy'Le^2$.

On remarque dans ce cristal deux faces v et y' situées sur la zone d^2e^5 $(1\overline{2}4)$.

Mesuré : $e^5v = 14°55'$ (56'. 62. 49. 47. 61), $e^5y' = 21°40'$ (41'. 41. 40. 38. 39). La première incidence correspond à la face bien connue $v = 861 = (d^5)_{e^5}$; calculé : $e^5v = 14°59'$ (voir page 228). La seconde incidence correspond à une face voisine de $y = 12.8.1$, mais qui ne peut être confondue avec elle; nous la représenterons par :

$$y' = 26.17.2 = d^{\overset{1}{\overline{11}}} d^{\overset{1}{\overline{2}}} b^{\overset{1}{\overline{15}}} = \left(d^{\overset{17}{\overline{9}}}\right)_{e^5}.$$

ANGLE	CALCULÉ		MESURÉ
	y	y'	
Avec e^5	20°44'	21°39'	21°40'

La face y' se trouve à l'intersection des zones e^5d^1, $e^2_{110}\, e^{\overset{16}{\overline{11}}}_{902}$ $(\overline{2}29)$ et $d^1_{120} d^{\overset{15}{\overline{11}}}_{24.15.2}$ $(\overline{4}.2.35)$.

N° 30. $e^5 d^2 p v y' S L e^{\frac{7}{5}}$ (fig. 56).

C'est dans ce cristal que nous nous sommes aperçu la première fois que les cristaux de troisième formation desquels nous nous occupons portaient les faces de l'isoscéloèdre L presque toujours très petites mais nettes et réfléchissantes. Nous avons d'abord aperçu la face S qui paraît à première vue couper e^5 suivant sa ligne de pente, puis une face L, visible à la loupe, en zone avec S et e^5. On ne pouvait vérifier au goniomètre que l'on avait affaire à la zone des scalénoèdres dont l'arête culminante antérieure a pour troncature e^5, parce que ces faces n'existent que d'un seul côté de e^5.

On a mesuré :

$$Se^5 = 20°59' \ (62'.\ 54.\ 62.\ 59.\ 58)$$

$$Le^5 = 29°8' \ (2'.\ 11.\ 3.\ 19.\ 7);$$

ces mesures correspondent fort bien à S=54.34.11 et à L, car $Se^5 = 20°53'$, $Le^5 = 29°14'$; il fallait encore fixer la position de L par une autre mesure. On a obtenu approximativement $Ld^2 = 13°14'$ (16'. 18. 12. 10). Calculé 13°30'. Depuis, nous avons rencontré des cristaux dans lesquels les facettes L ont pu être déterminées avec exactitude.

La face placée entre e^5 et S ne donne pas d'image; ce n'est pas z, car son intersection avec d^2 n'est pas horizontale mais se relève vers la face e^5; c'est donc une face de la forme $b_L^{\frac{m}{n}}$ dans laquelle $\frac{m}{n} < 4$, probablement Ω ou Ω' (1).

(1) Dans le dessin on a supposé que la face en question est $\Omega = 32.24.7$.

Nous avons retrouvé dans ce cristal les faces v et y'.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
$e^3 v$	14°59′	14°57′ (57′. 56. 59)
$v y'$	6°40′	6°33′ (32′. 32. 36)

N° 37 (fig. 57). $d^2 p b^5 e^3 \overset{5}{\overline{d^5}} v L y' \overset{9}{\overline{e^5}} F$, formé autour de $S'e^3$.

Dans les cristaux qui suivent, il existe une région incomplètement fermée dans laquelle on aperçoit le cristal de 2e formation $S'e^3$; nous dessinons la région où cette interruption n'existe pas et dans laquelle les faces à décrire sont le mieux développées.

Dans le cristal N° 37, la face v de droite est d'une belle netteté, les faces y' sont courbes et les mesures ne sont qu'approximatives, les intersections de certaines faces y' avec v sont des courbes à peu près fermées, comme on le voit sur la gauche du dessin. La face F paraît appartenir à la zone $3\overline{4}0$ vu qu'elle coupe horizontalement v; les quelques mesures approximatives prises sur ce cristal nous conduisent à $F = 20.15.4$ déjà observée dans le premier gisement (page 231). La face F est rare; ordinairement elle est remplacée par Ω.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
e^5v	14°59′	14°55′
vy'	6°40′	7°10′ approx.
LL	58°28′	58°29′
vL	16°26′	16°6′
Fv	4°41′	4°58′ (1)
Fd^2	9°40′	9°52′ (1)

N° 1522. $d^2pe^5\Omega Lv$.

Dans ce cristal, F est remplacée par $\Omega = 32.24.7 = b^{\frac{5}{2}}_L$; les mesures ne sont qu'approximatives : $\Omega v = 5°54'$, $\Omega e^5 = 13°8'$, $\Omega d^2_{\text{opp.}} = 31°57'$. On a pu mesurer avec exactitude $ve^5 = 14°57'$.

N° 372 (fig. 58). $d^2pb^{\frac{17}{5}}v\Omega Le^{\frac{7}{5}}e^{\frac{11}{6}}y'$.

Ce cristal à apparence prismatique, presque limpide, a 30 millimètres environ de hauteur; il est remarquable par la netteté de ses faces p, $b^{\frac{17}{5}}$, v, L; on y a obtenu d'assez bonnes mesures relatives à Ω :

$\Omega\, v = 5°53'$ (45′. 46. 57. 63.)..... Calculé : 5°49′
$\Omega\, d^2_{\text{opp.}} = 32°23'$ (37′. 23. 8) „ 32°14′

(1) Pour Σ ces angles seraient de 3°54′ et 10°20′, pour Ω de 5°49′ et 8°42′.

On remarque dans la figure, vers le bas, un petit cristal orienté comme le grand, hémitrope par rapport à a^1 et ayant un agencement curieux que nous avons rencontré plusieurs fois : il ne présente que les faces d^2 supérieures; les faces d^2 du cristal hémitrope sont complètement supprimées.

Dans deux autres cristaux analogues on a trouvé pour l'angle des faces v et Ω, respectivement 5°34′ et 5°30′.

b) Cristaux portant les faces :

$$v' = 25.19.4 = d^{\frac{1}{9}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{16}}, \quad U' = 38.33.1 = d^{\frac{1}{14}} d^{\frac{1}{9}} b^{\frac{1}{24}}.$$

Dans les cristaux du type que nous examinons, tout le long des intersections de la face rhomboédrique antérieure avec les faces $d^{\frac{m}{n}}$, intersections qui constituent une ligne toujours brisée et presque toujours courbe et sinueuse, se trouvent, en bordures étroites, de petites facettes qui, par le miroitement, semblent coïncider avec v; ces facettes sont rarement distinctes; ordinairement elles se confondent en un fin ruban sinueux et luisant, ne donnant pas d'images nettes. De ces faces très voisines de v il nous a été possible d'en préciser une avec certitude.

Une première fois (N° 3) les mesures nous amenaient à $\frac{x}{y} = 1{,}3318$, $\frac{z}{y} = 0{,}212946$; dans un autre cristal (N° 41), par des considérations de zone, nous trouvions : $\frac{x}{y} = 1{,}3333$, $\frac{z}{y} = 0{,}2167$. Ces résultats paraissaient accuser une face très voisine de v [1]. En dernier lieu, nous avons trouvé

[1] Pour v, on a $\frac{x}{y} = 1{,}3333$, $\frac{z}{y} = 0{,}1667$.

un cristal (N° 200) qui présente à la fois la face v et la face voisine que nous désignerons par v'; nous avons pu dans ce dernier cristal mesurer exactement l'angle vv'.

N° 3 (fig. 59). $d^2\ e^2\ e^{\frac{11}{5}}\ e^{\frac{11}{6}}\ e^{\frac{79}{11}}\ e^5\ v\ F\ L\ v'$ formé autour de $S'e^5$.

Cristal incolore ayant presque 15 millimètres de hauteur, formé autour de $S'e^5$; vers le haut de ce dernier, est venu se déposer un petit cristal orienté comme les autres. La face v de gauche donne une image d'une grande netteté [1]. Dans une partie non dessinée du cristal on voit $L = 16.8.3$, $v = 861$ et $e^{\frac{11}{5}} = 16.16.1$ formant nettement une zone $(\bar{5}.4.16)$. La face v' donne deux images fort nettes et bien distinctes, sauf lorsque l'axe de rotation coïncide avec l'arête vv'; la partie supérieure de v' correspond à F. On n'arrive pas à apercevoir en réalité la ligne de séparation entre v' et F, mais l'intersection abc avec e^5 montre que v' est formée en réalité de deux faces, cette intersection étant constituée par deux droites bien distinctes, toutes deux convergeant vers le bas (pour Ω cette droite deviendrait parallèle à la ligne de pente de e^5). En mesurant l'angle avec e^5, on obtient pour les deux images : 14°6′ (2′. 2. 7. 8. 10) et 13°19′ (17′. 15. 20. 21. 22). L'angle avec d^2 est de 11°56′ (57′. 52. 59. 54. 59) et 9°58′ (54′. 61. 60. 57). Les incidences qui correspondent à la seconde image répondent à $F = 20.15.4$ ($Fe^5 = 13°36'$, $Fd^2 = 9°40'$). En mesurant l'angle avec v on n'aperçoit qu'une seule image fort nette, la supérieure étant trop faible et trop voisine de l'inférieure pour être perçue; la moyenne de 5 mesures a donné $v'v = 2°19'$.

En partant des trois données $v'e^5 = 14°6'$, $v'v = 2°19'$, $v'd^2 = 11°56'$, on obtient : $\frac{x}{y} = 1{,}3318$, $\frac{z}{y} = 0{,}212946$. Les

[1] Mesuré : $e^5v = 15°4'$ (1′. 0. 0. 2. 2). Calculé : 14°59′.

notations 12.9.2 et 80.60.13 se rapportent assez bien aux mesures, comme on peut le voir dans le tableau de comparaison placé page 302.

N° 41 (fig. 60). $d^2\, \overset{3}{\overline{d^2}}\, pb^5\, e^5\, \overset{7}{\overline{e^5}}\, Lv'v$.

Cristal ayant plus de 20 millimètres de hauteur. On y aperçoit une facette v' en zone avec $\overset{3}{\overline{d^2}}$ et $\overset{7}{\overline{e^5}}$; les faces v sont petites et pas nettes; elles ont été notées ainsi par analogie avec les cristaux précédents. En mesurant $\overset{3}{\overline{d^2}}\, v'$, on obtient (¹) : 9°36′ (35′.38); or, l'angle $v\overset{3}{\overline{d^2}}$ est de 10°39′.

En partant de l'incidence 9°36′, on arrive à 80.60.13, qui fait avec $\overset{3}{\overline{d^2}}$ un angle de 9°42′,5.

N° 200 (fig. 61). $d^2 e^5 pb^5 vv' y \overset{8}{\overline{d^5}}\, L\Omega' z e^2\, U'$, formé autour de $S'e^5$.

C'est dans ce cristal que la face v' bien développée en même temps que v a pu donner lieu à de bonnes mesures.

Le cristal examiné a 30 millimètres de hauteur et est à peu près limpide. Les faces d^2, e^5, v, v' sont nettement réfléchissantes.

On y a mesuré notamment :

$d^2 e^5$	= 19°25′ (25′. 25)		Calculé :	19°24′
ve^5	= 14°57′ (60′. 55. 56)		„	14°59′
ye^5	= 20°37′ (35′. 37. 39) (²)		„	20°44′
$\Omega' e^5$	= 14°12′ (6′. 15. 14)	approx.	„	14°42′
ze^5	= 18°36′ (41′. 39. 29)	approx.	„	18°33′
$e^5 d^2_{311}$	= 53°29′ (33′. 24. 31)		„	53°23′,5
$p\overset{8}{\overline{d^5}}$	= 35°56′ approx.		„	35°47′

(¹) On aperçoit aussi une autre image donnant 8°20′.

(²) Avec y on obtient une image confuse qui se décompose en trois pour une position convenable de l'œil. C'est à l'image moyenne, qui est la plus nette, que correspondent les incidences inscrites dans le tableau.

$v'e^5 = 13°53'$ (58'. 51. 55. 48. 54) $= \alpha$

$v'v_{861} = 2°2'$ (2'.3. $\bar{1}$. $\bar{1}$. 5) $= \beta$

$v'd^2_{231} = 33°20'$ (20'. 21. 19) $= \gamma$

$v'v_{opp.} = 27°4'$ (7'. 2. 3)

$v'd^2_{adj.} = 11°49'$ (45'. 50. 56. 45) approx.

$U'v_{861} = 9°1'$ (4'. $\bar{1}$. 0) approx.

$U'e^5 = 14°5'$ (2'. 6. 6) approx.

$U'v_{681} = 21°37'$ (36'.37. 37).

Les faces e^5_{441}, $d^2_{31\bar{1}}$ et $L_{46.8.\bar{3}}$ forment une zone ($5\bar{7}8$). Les trois incidences représentées par α, β et γ sont sûres; elles ne peuvent servir à calculer les rapports des caractéristiques par la méthode ordinaire (p. 175), parce que l'une d'elles est une conséquence des deux autres. En effet, si l'on désigne respectivement par m, m', m'' les modules des faces e^5, v et d^2, on trouve facilement qu'entre les trois angles susdits se passe la relation :

$$\frac{m' \cos \beta + 2m'' \cos \gamma}{m \cos \alpha} = 3.$$

Cette relation peut servir à vérifier nos mesures. En y remplaçant α, β et γ par les valeurs mesurées, on trouve : 2,99852, ce qui prouve l'exactitude des mesures.

En partant des deux premières incidences, on trouve : $\frac{x}{y} = 1{,}32277$, $\frac{z}{y} = 0{,}20784$ et $xyz = 127.96.20 = d^{\frac{1}{46}} d^{\frac{1}{15}} b^{\frac{1}{81}}$.

Voici la correspondance pour cette notation et pour des notations voisines :

ANGLES.	CALCULÉS. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	MESURÉS. —
	127.96.20	42.32.7	25.19.4	33.25.5	20.15.3	12.9.2	80.60.13	32.24.5	v=861	⟵ Notations.
Avec v = 861	2°3′	2°40′	2°15′	1°42′,5	1°19′	2°37′	2°21′	1°58′	0°	2°2′ — 2°19′
» v = 681	27°10′	26°50′	26°55′,5	27°3′	27°30′,5	27°32′,5	27°32′	27°31′	27°31′	27°4′
» e^5	13°53′	13°22′	13°36′	13°55′	14°22′	14°2′	14°7′	14°14′	14°59′	13°53′ — 14°6
» d^2 = 231	33°13′	32°40′,5	32°56′	33°17′	33°43′,5	33°19′	33°25′	33°34′	34°23′	33°20′
» d^2 = 321	12°11′	11°51′	12°9′,5	12°34′	12°26′,5	11°30′	11°44′	12°3′	13°54′	11°49′ appr. — 11°56′
» p = 111	37°13′,5	36°36′	37°1′	37°34′	37°45′	36°45′	37°	37°23′	39°16′	
	$\frac{1}{d^{16}}\ \frac{1}{d^{15}}\ \frac{1}{b^{81}}$	$\frac{1}{d^{15}}\ \frac{1}{d^{5}}\ \frac{1}{b^{27}}$	$\frac{1}{d^{9}}\ \frac{1}{d^{3}}\ \frac{1}{b^{16}}$	$\frac{1}{d^{12}}\ \frac{1}{d^{4}}\ \frac{1}{b^{21}}$	$\frac{1}{d^{22}}\ \frac{1}{d^{7}}\ \frac{1}{b^{38}}$	$\frac{1}{d^{13}}\ \frac{1}{d^{4}}\ \frac{1}{b^{23}}$	$\frac{1}{d^{29}}\ \frac{1}{d^{9}}\ \frac{1}{b^{51}}$	$\frac{1}{d^{35}}\ \frac{1}{d^{11}}\ \frac{1}{b^{61}}$		⟵ Notations.
log. M.	2,0661957	1,5872268	1,3610875	1,4806372	1,2620349	1,0415910	1,8651355	1,4666654		

Les notations 3, 6, 7 et 8 conviennent assez bien. Les faces 6, 7 et 8 se trouvent sur la zone $a'vF\Omega$ ($3x = 4y$) qui est certainement développée dans ces cristaux; les faces 3 et 7 se trouvent sur la zone $d^{\frac{3}{2}} e^{\frac{7}{5}} (\overline{7}.5.20)$. On peut hésiter entre la notation 80.60.13 qui représente une face située à la fois sur les deux zones citées et 25.19.4 qui, tout en satisfaisant à la zone $d^{\frac{3}{2}} e^{\frac{7}{5}}$ (voir fig. 60), donne, avec plus de simplicité, une meilleure approximation. Nous choisissons $v' = 25.19.4 = d^{\frac{1}{9}} d^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{16}}$, dont le pôle se trouve à l'intersection des cercles de zone $d^{\frac{3}{2}} e^{\frac{7}{5}}$, $e^{2} d^{\frac{5}{3}} (\overline{2}23)$ et $d^{\frac{4}{3}}_{741} n_{10.1.1} e^{\frac{7}{4}}_{11.0.1} d^{1}_{\overline{110}} v''^{(1)}_{51.37.8} (1.1.\overline{11})$. Si l'on calcule les angles que font avec $d^{1}_{\overline{110}}$ les faces v' et v'', on trouve 76°55′24″ et 74°50′15″, de sorte que $v'v''$=2°5′. Les faces v, v' et v'' sont très voisines; outre la dernière incidence citée, on a : $vv'' = 2°33'$ et $vv' = 2°15'$.

Le pôle v' se trouve un peu à gauche et v'' un peu à droite du cercle de zone $a^1\ \Omega Fv$: si l'on décrit avec a^1 comme pôle le parallèle passant par v, les pôles v' et v'' sont tous les deux à l'intérieur de ce parallèle et à peu près à la même distance de a^1 : $va^1 = 81°59'52''$, $v'a^1 = 79°49'50''$, $v''a^1 = 79°55'27''$.

On voit vers le milieu du cristal des facettes coupant e^5 suivant sa ligne de pente et par conséquent de la forme $b^{\frac{m}{n}}_L$. En partant de $b^{\frac{m}{n}}_L e^5 = 14°12'$, on arrive à $\frac{m}{n} = \frac{4,81656}{1,81656}$: très proche de $\Omega = b^{\frac{5}{2}}_L$, cette face est mieux représentée par $\Omega' = b^{\frac{47}{17}}_L = d^{\frac{1}{13}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{24}}$ observée dans le premier gisement (p. 196). Quant à la seconde face, c'est $z = b^{4}_L$ observée aussi dans le premier gisement (p. 180).

(1) Voir page 240.

Face $U' = 38.33.1 = d^{\frac{1}{14}} d^{\frac{1}{9}} b^{\frac{1}{24}}$.

Nous avons dit que dans la plupart de ces cristaux le rhomboèdre antérieur coupait e^5 suivant une ligne se relevant vers ses extrémités; ce fait paraissait y accuser l'existence de scalénoèdres à angle sur p très obtus. L'un d'eux, que nous désignerons par U', n'a pu être déterminé approximativement que dans le cristal N° 200 dont nous nous occupons ; l'autre, que nous désignerons par U, a été rencontré dans plusieurs cristaux sous forme déterminable ; il en sera parlé ci-dessous. En partant de $U'v_{861} = 9°1'$, $U'e^5 = 14°5'$, $U'v_{681} = 21°37'$, on arrive à : $\frac{x}{y} = 1,15255$, $\frac{z}{y} = 0,03276$. Pour vérifier nos angles, prenons les caractéristiques compliquées données par le calcul et essayons : $x = 35,178$, $y = 30,522$, $z = 1$, $log\ M = 1,5199863$: nous obtenons pour les angles susdits : 9°17', 14°15',5 et 21°43',5.

Voici le tableau de correspondance pour les notations essayées :

ANGLES	CALCULÉS					MESURÉS
	870	68.59.0	35.30.1	68.59.2	38.33.1	← Notations
Avec e^5	15°39'	15°49'	14°32'	14°12'	14°21'	14°5'
» v_{861}	10°49',5	10°33'	8°51'	9°15'	9°24',5	9°1'
» v_{681}	21°56'	22°19'	22°17'	21°42',5	21°43',5	21°37'
	$d^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{5}}$	$d^{\frac{1}{77}} d^{\frac{1}{50}} b^{\frac{1}{127}}$	$d^{\frac{1}{13}} d^{\frac{1}{8}} b^{\frac{1}{22}}$	$d^{\frac{1}{25}} d^{\frac{1}{16}} b^{\frac{1}{43}}$	$d^{\frac{1}{14}} d^{\frac{1}{9}} b^{\frac{1}{24}}$	← Notations.
log. M.	0,8779374	1,8060208	1,5159117	1,8062389	1,5536097	

Les deux dernières notations donnent une bonne concordance; la première de celles-ci représente une face située à l'intersection des zones $e^2 e^{\frac{16}{11}} (\bar{2}29)$ et $e^{\frac{11}{5}} e^{\frac{7}{5}}_{011} (3.\bar{4}.16)$; le pôle de la seconde se trouve à l'intersection des cercles de zone $d^1 e^{\frac{19}{9}} (1.\bar{2}.28)$ et $e^2 d^{\frac{6}{5}} e_{\frac{1}{4}} e^{\frac{3}{2}} (\bar{1}15)$.

Nous avons choisi la seconde notation à cause de sa simplicité.

c) Cristaux présentant la face :

$$U = 44.40.3 = d^{\frac{1}{15}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{20}}.$$

Cette forme a, en général, ses deux faces antérieures très inégalement développées; souvent même l'on n'en aperçoit qu'une seule, qui paraît alors appartenir à un rhomboèdre; cependant elle fait avec les deux faces d^2 antérieures des angles différant entre eux d'environ 7°.

Dans le cristal N° 128, on a mesuré approximativement:

$$Ud^2_{\text{adj.}} = 21°40'(37'.41.41),$$
$$Ud^2 \text{ opp.} = 28°24'(22'.27.23),$$
$$Up = \begin{cases} 41°7'(7'.12.3) \\ 41°48'(48'.51.45) \end{cases}.$$

N° 262. $pb^5 e^5 d^2 v\Omega LU$.

Dans le cristal précédent, la face e^5 n'existait pas et il était difficile de voir que U n'appartenait pas à la zone $a^1 e^2_{110}$; ici, la face U qui est située à gauche coupe e^5 suivant une ligne très inclinée sur l'horizontale. On y a mesuré :

$Ud^2_{\text{adj.}} = 21°56'$ (57'.55.57.56), $Ud^2_{\text{opp.}} = 29°9'$ (8'.13.5),
$Up = 41°42'$, $Ue^5 = 11°23'$ (26'.20).

En partant des trois premières mesures, on obtient : $\frac{x}{y} = 1{,}0625$, $\frac{z}{y} = 0{,}0937$, puis : $U = 44.40.3 = d^{\frac{1}{15}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{29}}$.

N° 30bis (fig. 62). $e^5 p d^2 v y' L U$.

Dans ce cristal, analogue à celui qui a été décrit page 295, nous avons trouvé les deux faces U développées simultanément. On y a mesuré : $U d^2_{\text{adj.}} = 22°$ environ et $Uv = 10°17'$ (19'. 15. 25. 9. 15. 21. 16). Voici la correspondance relative à U et à la face voisine connue $\Xi = 34.32.3$.

ANGLES.	CALCULÉS.		MESURÉS.
	$U = 44.40.3$	$\Xi = 34.32.3$	
Avec $d^2_{\text{adj.}}$	21°53',5	22°9'	21°56'
» $d^2_{\text{opp.}}$	28°37',5	26°35'	29°9'
» p	41°28'	40°13'	41°42'
» v_{861}	9°55'	11°10'	10°17'
» e^5	11°7'	9°26'	11°23'

Le pôle U est donné par l'intersection du cercle $e^{\frac{11}{5}} d^1_{120} d^{\frac{6}{5}} y e^{\frac{5}{5}}$ ($\overline{2}.1.16$), déjà dessiné dans Des Cloizeaux, avec le cercle $e^2 d^{\frac{7}{4}} e_{\frac{3}{2}}$ ($\overline{3}34$).

Remarque sur les faces v', U, U'.

Nous avons étudié ces faces dans le cristal de troisième formation; cependant, très probablement, elles ont été

engendrées postérieurement. Ces dépôts paraissent être venus former des facettes sur les arêtes d'intersection d'un rhomboèdre antérieur $e^{\frac{m}{n}}$ et d'un scalénoèdre $d^{\frac{p}{q}}$. On comprend que ces faces dues au dépôt peuvent être très nombreuses. En effet, comme nous avons constaté, dans ces cristaux de troisième formation, 6 faces rhomboédriques antérieures et 7 scalénoèdres de la forme $d^{\frac{p}{q}}\left(\frac{p}{q} < 2\right)$, il s'ensuit, qu'en admettant même que chaque arête ne reçoive qu'une face de dépôt, on peut avoir à constater 42 faces différentes. Ainsi v' provient d'un dépôt sur l'arête $d^{\frac{3}{2}}\, e^{\frac{7}{5}}\left(e^{\frac{7}{5}} + 3\, d^{\frac{3}{2}}\right)$, U provient d'un dépôt sur l'arête $d^{\frac{7}{4}} e^2 \left(d^{\frac{7}{4}} + 33\, e^2\right)$, U' peut provenir d'une troncature de l'arête $e^2\, d^{\frac{6}{5}}$. Nous citerons ici encore une face très voisine de v', observée dans le cristal N° 128 (déjà étudié à propos de la face U) et qui provient probablement d'un dépôt sur l'arête $e^2\, d^{\frac{8}{5}}$. On a mesuré :

Angle avec v = 1°45′ (59′. 41. 34. 45),
" " $d^2_{\text{adj.}}$ = 12°8′ (14′. 10. 0. 7),
" " p = 38°7′ (5′. 17. 0).

De ces incidences, on tire :

$$\frac{x}{y} = 1{,}3643, \quad \frac{z}{y} = 0{,}202\,;$$

puis :

$$xyz = 75.55.11 = d^{\frac{1}{28}}\, d^{\frac{1}{8}}\, b^{\frac{1}{47}},$$

ou plus simplement

$$20.15.3 = d^{\frac{1}{22}}\, d^{\frac{1}{7}}\, b^{\frac{1}{38}}$$

déjà cité dans le tableau de la page 302. Ainsi notée, cette face serait à l'intersection des zones $a'\Omega Fv$ $(3x = 4y)$ et $e^2\, d^{\frac{8}{5}}$ $(\bar{3}35)$. Correspondance :

ANGLES.	CALCULÉS.		MESURÉS
	75.55.11	20.15.3	
Avec v	1°44′	1°19′	1°45′
» d^2	12°14′	12°26′,5	12°3′
» p	38°12′	37°45′	38°7′

Cristaux hémitropes du n° 49.

Les cristaux que nous venons de décrire sont souvent hémitropes, les uns par rapport à a^1 ou e^2, les autres par rapport à b^1.

N° 483. *Hémitrope par rapport à* e^2. En désignant par a et b deux faces d^2 dont l'intersection est sur p dans l'un des individus et par a' et b' les faces analogues du second individu ($a = 321$, $b = 231$, $a' = 131$, $b' = \bar{1}21$), on a obtenu la correspondance suivante :

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
ba'	20°20′	20°56′
bb'	55°40′	56°1′
aa'	55°40′	55°41′
ab'	88°25′	89°49′

N° 484. *Plan d'hémitropie* e^2. $pb^{\frac{17}{3}}\, b^{\frac{9}{2}}\, b^1 d^2\, e^{\frac{7}{3}}\, e^{\frac{9}{4}}$ ..... $e^2\, Lv$.
Beau cristal presque limpide, ayant 25 millimètres de hauteur.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS
pp hém.	90°46′	90°10′
ba′	20°20′	20°8′ et 20°50′
bb′	55°40′	55°13′ et 55°43′ incert.

Plan d'hémitropie b^1. Fréquente. Les cristaux formant la macle sont souvent différents entre eux; l'un d'eux est $S'\, e^5\, e^{\frac{11}{5}}$ inaltéré, tandis que l'autre est entièrement recouvert par le cristal de troisième formation $d^6\, d^2\, e^3\, pb^5\, L$.... Dans le N° 88, une mesure exacte a donné $pp_{\text{hém}} = 37°25'$; dans un autre assemblage on a trouvé $pp_{\text{hém}} = 38°28'$. Cet angle est de 38°16′24″ lorsque le plan d'hémitropie est b^1, et de 37°1′25″ si, au contraire, la face e^5 était commune aux deux cristaux (voir page 255).

N° 50.

1° Cristaux ressemblant à ceux du N° **48**; seulement les faces du biseau sont fort développées et, comme elles sont arrondies, les cristaux ont l'aspect conique. Le biseau, toujours de la forme $e_{\frac{m}{n}}$, a pour notation approxi-

mative $e_{\frac{1}{2}}$ (angle sur e^1 = 30° environ). Notation approximative $d^2\, e^5\, e^2\, e^{\frac{1}{2}}\, e_{\frac{1}{2}}$.

2° Dans le cristal N° 131 on voit un petit isoscéloèdre L à l'intérieur d'un des cristaux arrondis dont nous venons de parler. Plus loin, on aperçoit un petit cristal montrant les faces P, V, (page 274) surmonté par un scalénoèdre à faces arrondies.

Appendice aux cristaux du second gisement. — Les échantillons provenant du second gisement sont caractérisés par la fréquence des groupes de cristaux de sperkise péritome presque toujours altérée et transformée en hématite. Dans le premier gisement, au contraire, le bisulfure de fer est rare et se montre sous forme de pyrite quelquefois transformée aussi en hématite (1).

Dans des échantillons qui proviennent certainement du second gisement à cause de leur aspect particulier et de la présence de la sperkise, nous avons rencontré de beaux et grands cristaux rhomboédriques ayant pour forme dominante e^5 modifié par le biseau d^2; outre e^2 et d'autres faces rhomboédriques, plus ou moins bien développées, citées ci-après, il existe sur e^1, entre les faces d^2, un biseau dont les faces sont en général mal développées et semblent, dans la plupart des cas, se réunir en une face e^1 courbe (2). Dans un premier cristal, on est parvenu à mesurer approximativement l'angle de la face du biseau avec d^2 adjacente = 27°17′ (20′. 28. 12. 5. 18). Dans le cristal N° 1725, on a pu mesurer le même angle successivement sur les deux faces du biseau;

(1) Nous avons trouvé deux cubo-octaèdres parfaits, d'environ 1mil.5 de côté, transformés en hématite.

(2) Ce biseau est dû probablement à un dépôt postérieur effectué sur le cristal rhomboédrique.

on a obtenu : 27°22′ (24′. 22. 21. 14. 28) et 27°27′ (37′. 27. 35. 31. 25). Ces incidences montrent que notre scalénoèdre est intermédiaire entre :

$$\Theta = 924 = d^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{4}} \text{ et } h = 20.4.9 = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{9}} \text{ (1)},$$

formes pour lesquelles l'angle cité est respectivement de 26°45′ et 27°57′; elle correspond parfaitement à la notation $\left(\frac{e_{17}}{2}\right)_{e^1} = 38.8.17$ (2) $= d^{\frac{1}{21}} d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{17}}$, qui donne pour l'angle en question 27°23′. Vu le peu de précision dont les mesures sont susceptibles, nous avons noté h ce scalénoèdre.

Les combinaisons constatées dans ces cristaux rhomboédriques, sont : $e^3 d^2 e^{\frac{7}{5}} e^2 h$ et $e^3 d^2 e^{\frac{7}{5}} e^{\frac{15}{7}} h$ (3).

(1) Cette forme a été signalée par M. Sansoni, à Andreasberg (*loc. cit.*, page 42, fig. 29), puis à Blaton (*loc. cit.*, page 295) : elle correspond à une modification simple du rhomboèdre e^1; en appliquant les formules de la note qui suit, on trouve : $20.4.9 = (e_9)_{e^1}$.

(2) La face d'un biseau placé sur les arêtes culminantes latérales du métastatique vérifie la relation $2h - k - 4l = 0$; si on la rapporte au rhomboèdre e^1 pris pour forme primitive (voir page 171), on obtient :

$$hkl = \left(\frac{e_{4l}}{k}\right)_{e^1}, \text{ ou } \left(d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{2}{m+n}}\right)_p = \left(e_{2\frac{m+n}{m-n}}\right)_{e^1}.$$

Inversement, ces formules peuvent s'écrire :

$$\left(\frac{e_m}{n}\right)_{e^1} = 2(m+n).\ 4n.m = d^{\frac{1}{m+2n}}\ d^{\frac{1}{m-2n}}\ b^{\frac{1}{m}}.$$

Les formes connues dans la zone que nous examinons sont très nombreuses; citons ici : $\alpha = (e_3)_{e^1}$, $\gamma = (e_4)_{e^1}$, $\pi = (e_5)_{e^1}$, $\rho = (e_6)_{e^1}$, $\omega = (e_7)_{e^1}$, $\Theta = (e_8)_{e^1}$, $h = (e_9)_{e^1}$, $T = (e_{10})_{e^1}$, $T' = (e_{12})_{e^1}$ (voir p. 279), $X = (e_{24})_{e^1}$.

(3) Le rhomboèdre $e^{\frac{15}{7}} = 22.22.1$ a été déjà signalé dans le 1er gisement (page 191). Ici on a obtenu $pe^{\frac{15}{7}} = 42°45'$ (48′. 44. 48. 40. 47). Calculé : $pe^{\frac{15}{7}} = 42°45'$ et $pe^{\frac{19}{9}} = 43°19'$.

Dans les mêmes géodes, on trouve des pseudo-prismes, souvent volumineux, répondant à la notation :

$$e^{\frac{9}{4}}\ e^{\frac{11}{6}}\ d^2\ e^5\ e^{\frac{1}{2}}\ hb^1.$$

Les cristaux rhomboédriques et pseudo-prismatiques que nous venons de décrire sont évidemment de formation relativement récente ; la section horizontale montre, dans beaucoup d'entre eux, un noyau central plus clair. Après beaucoup de recherches nous sommes parvenu à trouver un échantillon (N° 19) dans lequel on aperçoit des isoscéloèdres L incolores et réfléchissants au sein de rhomboèdres incomplètement fermés. Les cristaux examinés dans cet appendice sont donc de deuxième formation et vérifient la loi énoncée page 260, le rhomboèdre e^5 résultant des troncatures b^1_L des arêtes b de l'isoscéloèdre.

Cristaux du marbre noir.

Les cristaux décrits dans les pages précédentes ont été rencontrés dans le calcaire hydraulique de Rhisnes ; ceux desquels nous allons dire quelques mots se trouvent dans le calcaire noir, exploité comme marbre. Ces derniers cristaux sont peu intéressants, si l'on en excepte de belles macles avec b^1 pour plan d'hémitropie : l'isoscéloèdre est disparu ; on n'a pu que le constater dubitativement à l'intérieur de deux petits cristaux $d^2\ e^2\ e^5$. On peut rapporter les cristaux du marbre noir à trois types différents :

1° $e^2\ d^2\ e^1\ e^5$.

N° 410. Beaux cristaux limpides ayant en moyenne 5 millimètres de hauteur ; leurs faces, sauf e^2, sont nettes et réfléchissantes.

2° $e^2\ \pi'\ \beta'$ ou $e^2\ \pi'\ e_{\frac{1}{3}}$.

N° 3202. Cristaux formés du prisme e^2 terminé par un scalénoèdre inverse provenant d'un biseau sur les arêtes courtes du métastatique : en outre, entre les faces de ce scalénoèdre et les faces e^2 latérales se trouvent des facettes triangulaires courbes; les arêtes d'intersection de ces dernières avec les faces du scalénoèdre de terminaison sont vaguement dessinées. Ces cristaux ont jusqu'à 10 millimètres de hauteur; leurs faces ternes et courbes ne permettent que des mesures plus ou moins grossières, en se servant de lamelles de mica. La forme qui se rapproche le plus des mesures données par le scalénoèdre terminal est $\pi' = \left(e_{\frac{14}{3}}\right)_{e^1} = 17.6.7 = d^{\frac{1}{4}}\, d^{\frac{1}{10}}\, b^{\frac{1}{7}}$ signalée à Blaton par M. Sansoni (¹). Quant aux facettes triangulaires, les mesures conduisent toujours approximativement à $\frac{y}{z} = 2$, c'est-à-dire qu'elles appartiennent à la zone $d^2\, e^2_{\text{lat.}}$; elles se rapportent approximativement tantôt à $e_{\frac{1}{3}} = 621 = d^2 + 3\,e^2$, tantôt à $\beta' = 14.6.3$ (²) $= d^{\frac{1}{5}}\, d^{\frac{1}{23}}\, b^{\frac{1}{19}}$.

Nous croyons que ces cristaux sont de formation plus récente que ceux du premier type, autour desquels ils sont probablement venus se former, en suivant la loi indiquée page 260 : le dépôt a produit un biseau sur l'arête courte $d^2\, d^2$ et une troncature sur l'arête $d^2\, e^2_{100}$.

C'est parmi ces cristaux que l'on trouve la dolomie en rhomboèdres selliformes et le quartz en beaux cristaux limpides, que nous avons signalés à la Société Géologique de Belgique (³).

(¹) *Loc. cit.*, page 295.

(²) La face β' a été signalée par M. Sansoni à Andreasberg (*loc. cit.*, page 28, fig. 10). Elle est située entre β et ψ; on ne peut la faire coïncider avec β, de laquelle cependant elle s'approche beaucoup, car $\beta\beta' = 1°8'14''$ (voir page 334).

(³) Tome XIV, page CXLIII.

3° $d^2 e^2 \alpha \xi$.

Les cristaux du troisième type paraissent être le passage du premier au deuxième. Les faces d^2 du premier type y subsistent encore et les formes $\left(\frac{e_m}{n}\right)_{e^1}$ et $(d^2 + m e^2_{100})$ ne forment que des biseaux ou troncatures. Cependant les mesures assez exactes qu'on a pu prendre dans l'un de ces cristaux, montrent que les faces modifiantes diffèrent de celles observées dans les cristaux du deuxième type. Ces cristaux sont ordinairement maclés : on arrive facilement à détacher les deux individus formant la macle; le plan de jonction est réfléchissant et possède vers le milieu des stries assez profondes parallèles à son intersection avec p; il fait avec le clivage un angle de 70°41′ : c'est donc b^1. La fig. 63 représente une de ces macles (N° 1200) mesurant environ 25 millimètres de longueur entre les sommets culminants des deux individus; les facettes modifiantes sont bien dessinées mais ternes; en général, elles ne peuvent fournir aucune mesure. Dans le fragment N° 20 on a pu mesurer assez exactement :

$$d^2 \alpha = 11°28' \, (26'.\, 28.\, 33.\, 32.\, 27.\, 39.\, 11.\, 24.\, 30.\, 33),$$

$$d^2 \xi = 11°13' \, (19'.\, 13.\, 20.\, 13.\, 12.\, 11.\, 12.\, 10.\, 11.\, 11).$$

La seconde mesure correspond à l'isoscéloèdre

$$\xi = 421 = \overset{1}{\overline{d^7}}\, d^1\, \overset{1}{\overline{b^5}} \; (d^2 \xi = 11°19');$$

quant à la première, elle peut se rapporter soit à l'isoscéloèdre $\alpha = 843 = \overset{1}{\overline{d^5}}\, d^1\, \overset{1}{\overline{b^3}}$, soit au scalénoèdre $\varkappa = 13.6.5 = \overset{1}{\overline{d^8}}\, \overset{1}{\overline{d^2}}\, \overset{1}{\overline{b^5}}$, qui donnent respectivement 10°26′ et 12°49′ pour l'angle avec d^2. Observons que l'intersection des faces modifiantes paraît sensiblement hori-

zontale [1]. Or, l'angle φ que l'intersection xyz de deux faces fait avec le plan horizontal est donné par la formule :

$$tg\varphi = \frac{z}{\sqrt{x^2 + y^2 + xy}} \cdot \frac{c}{a};$$

dans le cas où les faces modifiantes étaient notées ξ et $\varkappa$, leur intersection devrait faire un angle de 15°41′ avec le plan horizontal.

Remarque. — Le rhomboèdre e^1, qui est si commun dans les autres gisements, est très rare à Rhisnes. Dans le calcaire hydraulique, nous ne l'avons trouvé qu'en facettes modifiantes peu étendues et, en général, peu nettes. Dans le marbre noir nous avons trouvé un échantillon portant de petits rhomboèdres e^1 jaunâtres, servant parfois de terminaison aux cristaux du premier type.

[1] Lévy cite page 65 et représente fig. 98, pl. VII, un cristal ayant identiquement la même forme que les nôtres, provenant du Derbyshire ; nous pensons seulement qu'il doit y avoir erreur soit dans la figure soit dans la notation. En effet, la face inférieure est ξ et la face supérieure est notée $d^{\frac{1}{3}}\, d^{\frac{1}{7}}\, b^{\frac{1}{5}} = 12.4.5$; l'arête d'intersection de ces deux faces fait un angle de 43°28′ avec le plan horizontal, tandis qu'elle paraît avoir été dessinée, par Lévy, sensiblement horizontale.

BASE RISMES	RHOM Directs	Inverses : $\frac{x}{y} > 2$	ISOSCÉLOÈDRES $\frac{x}{y} = 2$
$^1 = 001$	$p = 111$	$e_{\frac{9}{5}} = 14.4.9$	$\alpha = 843 = d^{\frac{1}{5}} d^1 b^{\frac{1}{5}}$
$^2 = 110$	$e^4 = 552$	$e_{\frac{7}{4}} = 11.3.7$	$\xi = 421 = d^{\frac{1}{7}} d^1 b^{\frac{1}{5}}$
$^3 = 210$	$e^3 = 441$	$e_{\frac{5}{3}} = 825$	$L = 16.8.3 = d^{\frac{1}{9}} d^1 b^{\frac{1}{7}}$
	$e^{\frac{5}{2}} = 771$	$e_{\frac{3}{2}} = 513$	$e_3 = 423$
	$e^{\frac{17}{7}} = 881$	$e_{\frac{9}{8}} = 17.1.9$	$b^2 = 213$
	$e^{\frac{19}{8}} = 991$	$e_{\frac{3}{5}} = 10.2.3$	
	$e^{\frac{7}{3}} = 10.10.1$	$e_{\frac{1}{2}} = 411$	
	$e^{\frac{9}{4}} = 13.13.1$	$e_{\frac{3}{7}} = 14.4.3$	
	$e^{\frac{11}{5}} = 16.16.1$	$l = 24.8.5 = d^{\frac{1}{37}} d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{33}}$	
	$e^{\frac{15}{7}} = 22.22.1$	$R = 12.4.3 = d^{\frac{1}{19}} d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{17}}$	
	$e^{\frac{19}{9}} = 28.28.1$	$\omega = 16.4.7 = d^{\frac{1}{9}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{7}}$	
		$T' = 13.2.6 = d^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{6}}$	
		$\pi' = 17.6.7 = d^{\frac{1}{10}} d^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{7}}$	
		$h = 20.4.9 = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{9}}$	
		$A = 22.2.21 = d^{\frac{1}{13}} d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{7}}$	
		$V = 64.3.26 = d^{\frac{1}{34}} d^{\frac{1}{28}} b^{\frac{1}{33}}$	
		$P = 27.1.9 = d^{\frac{1}{37}} d^{\frac{1}{34}} b^{\frac{1}{44}}$	

FORMES SIMPLES DE LA CALCITE DE RHISNES

BASE	RHOMBOÈDRES		SCALÉNOÈDRES				ISOSCÉLOÈDRES
PRISMES	Directs	Inverses	Directs : $\frac{x}{y} < 2$	Directs.	Directs.	Inverses : $\frac{x}{y} > 2$	$\frac{x}{y} = 2$
$a^1 = 001$	$p = 111$	$b^1 = 102$	$d^6 = 765$	$S'' = 34.22.7 = d^{\frac{1}{15}} d^1 b^{\frac{1}{21}}$	$I = 53.37.15 = d^{\frac{1}{18}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{55}}$	$e_{\frac{9}{5}} = 14.4.9$	$\alpha = 843 = d^{\frac{1}{5}} d^1 b^{\frac{1}{5}}$
$e^2 = 110$	$e^4 = 552$	$e^{\frac{6}{15}} = 19.0.20$	$d^2 = 321$	$S''' = 44.28.9 = d^{\frac{1}{17}} d^1 b^{\frac{1}{27}}$	$i = 45.29.7 = d^{\frac{1}{18}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{27}}$	$e_{\frac{7}{4}} = 11.3.7$	$\xi = 421 = d^{\frac{1}{7}} d^1 b^{\frac{1}{5}}$
$d^1 = 210$	$e^5 = 441$	$e^{\frac{1}{2}} = 101$	$d^{\frac{7}{4}} = 11.7.3$	$S^{IV} = 104.64.21 = d^{\frac{1}{41}} d^1 b^{\frac{1}{65}}$	$i' = 22.14.3 = d^{\frac{1}{9}} d^1 b^{\frac{1}{15}}$	$e_{\frac{5}{3}} = 825$	$L = 16.8.3 = d^{\frac{1}{9}} d^1 b^{\frac{1}{7}}$
	$e^{\frac{5}{2}} = 771$	$e^{\frac{6}{11}} = 17.0.16$	$d^{\frac{3}{5}} = 8.5.2$	$\Omega = 32.24.7 = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{21}}$	$v'' = 51.37.8 = d^{\frac{1}{19}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{32}}$	$e_{\frac{5}{2}} = 513$	$e_3 = 423$
	$e^{\frac{17}{7}} = 881$	$e^1 = 201$	$d^{\frac{8}{5}} = 13.8.3$	$\Omega' = 37.27.8 = d^{\frac{1}{15}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{24}}$	$y' = 26.17.2 = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{15}}$	$e_{\frac{9}{8}} = 17.1.9$	$b^2 = 213$
	$e^{\frac{19}{8}} = 991$	$e^{\frac{4}{3}} = 702$	$d^{\frac{3}{2}} = 531$	$F = 20.15.4 = d^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{15}}$	$v' = 25.19.4 = d^{\frac{1}{9}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{16}}$	$e_{\frac{5}{5}} = 10.2.3$	
	$e^{\frac{7}{5}} = 10.10.1$	$e^{\frac{7}{5}} = 401$	$d^{\frac{10}{7}} = 17.10.3$	$d = 171.101.34 = d^{\frac{1}{102}} d^1 b^{\frac{1}{69}}$	$U = 44.40.3 = d^{\frac{1}{15}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{29}}$	$e_{\frac{1}{2}} = 411$	
	$e^{\frac{9}{4}} = 13.13.1$	$e^{\frac{5}{5}} = 801$	$d^{\frac{8}{7}} = 15.8.1$	$c = 99.65.25 = d^{\frac{1}{56}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{65}}$	$U' = 38.33.1 = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{9}} b^{\frac{1}{24}}$	$e_{\frac{3}{7}} = 14.4.3$	
	$e^{\frac{11}{5}} = 16.16.1$	$e^{\frac{17}{10}} = 901$	$d^{\frac{11}{8}} = 19.11.3$	$c' = 15.10.4 = d^{\frac{1}{16}} d^1 b^{\frac{1}{29}}$		$l = 24.8.5 = d^{\frac{1}{37}} d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{55}}$	
	$e^{\frac{15}{7}} = 22.22.1$	$e^{\frac{7}{4}} = 11.0.1$	$b^6 = 657$	$c'' = 41.27.12 = d^{\frac{1}{43}} d^1 b^{\frac{1}{80}}$		$R = 12.4.3 = d^{\frac{1}{19}} d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{17}}$	
	$e^{\frac{19}{9}} = 28.28.1$	$e^{\frac{9}{5}} = 14.0.1$	$b^{\frac{17}{5}} = 17.14.20$	$\Psi' = 22.15.4 = d^{\frac{1}{25}} d^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{41}}$		$\omega = 16.4.7 = d^{\frac{1}{9}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{7}}$	
		$e^{\frac{11}{6}} = 17.0.1$	$b^5 = 546$	$y = 12.8.1 = d^{\frac{1}{5}} d^1 b^{\frac{1}{7}}$		$T'' = 13.2.6 = d^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{6}}$	
		$e^{\frac{49}{26}} = 25.0.1$	$b^{\frac{9}{2}} = 9.7.11$	$C = 22.15.2 = d^{\frac{1}{9}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{15}}$		$\pi' = 17.6.7 = d^{\frac{1}{10}} d^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{7}}$	
		$e^{\frac{79}{41}} = 40.0.1$	$b^{\frac{7}{5}} = 7.4.10$	$v = 861 = d^{\frac{1}{5}} d^1 b^{\frac{1}{5}}$		$h = 20.4.9 = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{9}}$	
			$\Phi = 25.17.3 = d^{\frac{1}{10}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{15}}$	$x' = 16.14.3 = d^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{11}}$		$A = 22.2.21 = d^{\frac{1}{15}} d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{7}}$	
			$S = 54.34.11 = d^{\frac{1}{21}} d^1 b^{\frac{1}{55}}$	$M = 17.11.2 = d^{\frac{1}{7}} d^1 b^{\frac{1}{10}}$		$V = 64.3.26 = d^{\frac{1}{31}} d^{\frac{1}{28}} b^{\frac{1}{55}}$	
			ou $= 35.22.7 = d^{\frac{1}{41}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{64}}$	ou $= 23.15.3 = d^{\frac{1}{28}} d^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{41}}$		$P = 27.1.9 = d^{\frac{1}{37}} d^{\frac{1}{34}} b^{\frac{1}{41}}$	
			$z = 24.16.5 = d^{\frac{1}{9}} d^1 b^{\frac{1}{15}}$				
			$S' = 29.19.6 = d^{\frac{1}{11}} d^1 b^{\frac{1}{18}}$				

Combinaisons constituant les cristaux de la Calcite de Rhisnes [1].

Premier Gisement.

Isoscéloèdre L modifié par p, a^1, b^1, e^2, e^3, $e^{\frac{1}{2}}$, $e^{\frac{4}{3}}$, d^1, d^2, $e^{\frac{3}{2}}$, $e^{\frac{9}{5}}$, ω.

L

Lp Lb^1 Ld^2

Lpa^1 Lpb^1 Lpe^1 Lpd^2 $\times\times$

Ld^2e^2 d^2Le^3 Ld^2e^1 $\times$ $Ld^2e^{\frac{1}{2}}$

Ld^2b^1 $\times$ Ld^1e^2

Lpa^1b^1 $Ld^2e^2e^3$ $d^2Le^2e^1$.

$Ld^2e^2e^{\frac{1}{2}}$ $\times$ $Ld^2e^2d^1$ $Ld^2e^{\frac{4}{3}}e^1$

Ld^2pb^x $\times\times$ $Ld^2e^{\frac{1}{2}}p$ $Lpa^1e^{\frac{1}{2}}$.

Lpa^1e^3 Lpa^1e^1

$Lpa^1e^1\omega$ $Lpd^2a^1b^1$ $Ld^2e^2e^3e^1$

$Lpa^1b^1e^{\frac{3}{2}}e^{\frac{9}{5}}$ $Lpa^1e^1d^2\omega$

$pd^2La^1d^1e^2e^3$

Cristaux portant z.

Lzc $Lzc''p$

Cristaux portant S.

Ld^2S $Ld^2S\Phi$ $Ld^2S\Phi M$

$Ld^2S\Phi e^2$, $Ld^2e^2e^3\Phi M$

$d^2S\Phi e^{\frac{7}{5}}p$ $d^2S\Phi e^{\frac{7}{5}}e^{\frac{15}{7}}$

$d^2Sye^{\frac{7}{5}}p$ $d^2S\Phi e^{\frac{7}{5}}pe^{\frac{20}{7}}$

$d^2S\Phi e^{\frac{7}{5}}pe^{\frac{20}{7}}a^1$

$d^2Spe^{\frac{7}{5}}e^1e^{\frac{4}{3}}e^{\frac{7}{3}}e^{\frac{17}{10}}e^2$

Cristaux portant S'

LS' $LS'c''$ $LS'cc''$

$S''d^2e^{\frac{5}{3}}\Phi e^2$

Cristaux portant S''

$LS''c$ $LS''c'$ $LS''c''$

$LS''c''p$

[1] Toute notation soulignée indique une face rudimentaire ; le signe $\times$ indique une face mal développée dans la combinaison considérée ; le signe · est placé en dessous d'une face de notation incertaine. Lorsque l'on n'a pu examiner qu'un fragment du cristal, la notation se termine par plusieurs points ; s'il n'y a qu'un seul point de terminaison, c'est qu'il y a des faces indéterminables dans le cristal considéré.

Cristaux portant S''.

Ld^2S''' $Ld^2SS'''\Phi$

$S'''e^{\frac{7}{5}}d^2$....

Cristaux portant S^{IV}.

$LS^{IV}d^2$ $LS^{IV}d^2\Phi M$

$S^{IV}d^2e^{\frac{7}{5}}M$.....

Cristaux portant $d^{\frac{3}{2}}$.

$Ld^2d^{\frac{3}{2}}$ $Ld^{\frac{3}{2}}d^1$..... $Ld^{\frac{3}{2}}d^2b^1$ ×

$Ld^{\frac{3}{2}}d^2pa^1e^1e^2$

$d^{\frac{3}{2}}pe^2$ $d^{\frac{3}{2}}pe^2e^3$ $d^{\frac{3}{2}}pe^2e^3d^2$

$d^{\frac{3}{2}}pe^2e^3d^2e^1$ $d^{\frac{3}{2}}pe^2e^3d^2a^1$

$d^{\frac{3}{2}}pe^2e^{\frac{7}{5}}e^{\frac{1}{2}}d^2$ $d^{\frac{3}{2}}d^2b^1e^2e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{9}{5}}$

$d^{\frac{3}{2}}d^2d^{\frac{7}{4}}e^5pe^2$ $d^{\frac{3}{2}}d^2e^{\frac{7}{5}}e^{\frac{7}{4}}e^{\frac{6}{11}}pa^1$

Cristaux portant d.

dpL × dd^2pL × $Ldpd^1$ ×

dpb^5L × Ldd^1pe^2

$Ldpb^5e^2d^1$ $dd^{\frac{8}{7}}d^2pL$ ×

Cristaux portant Ω, Ψ, l, $e_{\frac{5}{7}}$.

$d^2Lpe^5\Omega e^{\frac{1}{2}}e^{\frac{4}{5}}e^{\frac{5}{5}}e^{\frac{7}{4}}$

$Lc\Psi$ $Lpa^1\Psi$ $LS'c''\Psi$

Lpl.... $Lld^2e_{\frac{5}{7}}$ $Ld^2e^2le^{\frac{7}{5}}M$

$d^{\frac{3}{2}}d^2e^{\frac{7}{5}}lpe^1e^{\frac{6}{11}}$.

Cristaux portant Φ.

$Ld^2\Phi$ $Ld^2\Phi e^2$ $Ld^2\Phi e^2e^3$

$Ld^2\Phi e^2e^3p$ $Ld^2\Phi e^2e^3M$....

$Ld^2S\Phi pb^1$....

Cristaux portant R, y, C, F, I, i, v, v'', A.

$e^{\frac{4}{5}}d^2e^1e^{\frac{1}{2}}pd^{\frac{3}{2}}R$

$e^{\frac{4}{5}}d^2e^1e^3pa^1Rx'$

$d^2Sye^{\frac{7}{5}}e^2e^{\frac{7}{5}}p$

$d^2e^2e^{\frac{4}{5}}pe^{\frac{1}{2}}ye^{\frac{7}{5}}$.....

$d^2e^{\frac{7}{5}}e^2C$....

$SCe^{\frac{4}{5}}e^2d^2$

d^2LF

d^2LIi $d^2LIie^{\frac{1}{2}}pe^1$

$Ld^{\frac{3}{2}}d^2Ii \quad Ld^2e^2e^5Ii$
$\times$
$e^2b^1pd^2v$

$e^5d^2e^2v'' \quad e^5d^2e^2e^{\frac{19}{9}}v''....$

$e^5d^2e^2v''pb^x$
$\times\times$

$d^2e^2A \quad d^2e^2Ad^{\frac{3}{2}}e^5$

$d^2e^2A\underline{d^{\frac{3}{2}}}e^5\underline{p}$

Autres combinaisons dans lesquelles p ou d^2 domine.

$d^2 \quad pd^2 \quad d^2e^2 \quad d^2b^1$
$\times$

$pd^2e^2 \quad d^2pe^1 \quad d^2e^2e^{\frac{1}{2}} \quad d^2pe^1....$

$d^2pe^2e^{\frac{1}{2}} \quad d^2pe^2b^x \quad d^2pe^2e^5$

$d^2pe^2e^5e^1e^{\frac{4}{5}}e^{\frac{5}{5}}a^1e^{\frac{1}{2}}$

$pe^5e^2d^{\frac{3}{2}}d^2d^{\frac{5}{5}}d^x$

$pd^2d^{\frac{7}{4}}d^{\frac{3}{2}}a^1e^2e^5$

ASSEMBLAGES.

L terminé par :

$d^2e^2, \quad d^2p, \quad d^2e^2e^1e^{\frac{1}{2}}$
$\times$

$Ld^2, \quad Ld^2e^2, \quad \Phi d^2e^2$

$Ld^2e^2e^5, \quad Ld^2e^2e^5\Phi$

$Ld^2e^2e^5p, \quad Ld^2e^2e^5e^1$

Lpa^1 enveloppé par $d^2Le^2b^1$.

$e^2\Phi$ formé autour de L

$S'Lc$ terminé par $e^2d^2e^5$

$S'Lc$ id. $d^2Le^2e^5$

$Le^{\frac{1}{2}}a^1$ id. $e^1Ld^2e_{\frac{m}{n}}\left(\frac{m}{n}>1\right)$

Lzd^2 id. $d^2Le^2\Phi e^5$

Triples assemblages :

$(L)\ (d^2e^2)\ (e^2d^2e^5.)$ (1)

$(L)\ (d^2e^2e^5.)\ (e^2d^2e^5e^1.)$

L terminé par $e^2d^2b^x$; on aperçoit le scalénoèdre à l'intérieur du cristal prismatique.

$(L)\ (d^2e^2e^{\frac{5}{2}}\Phi\Omega'd^{\frac{8}{5}})\ (e^2d^2pe^5).$

Le cristal de troisième formation a quelquefois pour notation :

$e^2d^2e^1e^5p$ ou $e^2b^{\frac{7}{5}}d^2e^1e^5$

CRISTAUX HÉMITROPES.

Plan d'hémitropie a^1.

$L \quad Lp \quad Ld^2 \quad Lpa^1 \quad Ld^2e^2$

$Lpb^1 \quad Lz \quad Ld^{\frac{3}{2}}d^2 \quad Lpa^1b^1$
$\times$

$Ld^2e^2e^5 \quad Ld^2\Phi Ii. \quad d^2Se^{\frac{7}{5}}\Phi$

(1) Les quantités entre parenthèses sont les symboles des cristaux formant l'assemblage; le plus ancien est celui qui est écrit en premier lieu.

$Sd^2a^1pe^1\overset{7}{\overline{e^5}}\overset{4}{\overline{e^3}}\overset{17}{\overline{e^{10}}}e^2$

$Ldd^2pe^2b^1 \quad dd^1pb^1e^2e^1e^3Ld^2$

$d^2pLl\overset{7}{\overline{e^5}}Me^2a^1 \quad \overset{3}{\overline{d^2}}d^2e^2e^3A$

$Sd^2\overset{7}{\overline{e^5}}p\overset{1}{\overline{e^2}} \quad d^2pe^2e^3$

Grands cristaux grossiers :

$b^{\overset{m}{\overline{n}}}_{L}e^2d^2\Phi, \quad \overset{3}{\overline{d^2}}d^2pe^2e^3$

Ld^2Ii à l'int. de $S\overset{7}{\overline{e^5}}e^2$.

Double hémitropie par rapport à a^1.

$Ld^2e^2 \quad L\overset{3}{\overline{d^2}}e^2\underline{d^1}d^2e^3$

Plan d'hémitropie e^2

$Ld^2 \quad Lp$

Plan d'hémit. a^1 et e^2. (1)

$Lp-Lp$ hém. a^1, Ld^2-Lp doub. hém. a^1, L hém. $a^1-Le^2\ \Phi d^2$. hém. a^1

Plan d'hémitropie e^1.

$L \quad Lpa^1 \quad d^2\overset{3}{\overline{d^2}}e^3\overset{7}{\overline{e^5}}e^2\overset{1}{\overline{e^2}}$

Plan d'hémitropie b^1.

$d^2 \quad d^2pa^1$

Second Gisement.

N° 45.

$(PV.)\ (Le_3\underset{5}{\underline{e_5}})$

$(PV.)\ (Le_3\underset{3}{\underline{e_5}}\ \underset{2}{\underline{e_3}})$

$e^1\overset{6}{\overline{e^{13}}}\overset{1}{\overline{e^2}}a^1\underset{4}{\underline{e_7}}\ T'$

$e^1T'\underset{4}{\underline{e_7}}$ portant un cristal prismatique sur chaque angle.

N° 46.

$\overset{11}{\overline{e^5}}d^2\overset{1}{\overline{e^2}}b^1 \quad e^3e^2d^2$

N° 47.

$\overset{7}{\overline{d^4}}d^2e^3e^2 \quad \overset{8}{\overline{d^5}}\overset{7}{\overline{d^4}}\overset{3}{\overline{d^2}}e^3e^2\underset{5}{\underline{e_3}}$

$\overset{7}{\overline{d^4}}d^2e^2\underset{5}{\underline{e_3}}$

N° 48.

$e^3d^2\overset{8}{\overline{d^5}} \quad Lpa^1 \quad Ld^2pa^1$

$Lb^{\overset{m}{\overline{n}}}_{L}$

N° 49.

L à l'intérieur de $S'e^3\overset{11}{\overline{e^5}}$,

(1) Les deux cristaux dont les notations sont jointes par un trait horizontal sont en position hémitrope par rapport à e^2.

qui est à son tour enveloppé partiellement par un des cristaux suivants :

$d^2pb^5e^3vy'e^2L$

$d^2pe^5SLvy'\overline{e^5}^{7}$

$d^2pe^5Lvy'U.$

$d^2\overline{d^2}^{3}pb^5e^3\overline{e^5}^{7}Lvv'$

$d^2pb^5e^3v\Omega LU$

$d^2pb^2b^5v\overline{e^5}^{11}\overline{e^4}^{9}\overline{e^5}^{7}....e^2$

$d^2e^3\overline{e^5}^{11}\overline{e^6}^{11}\overline{e^{11}}^{79}e^2vv'FL$

$d^2pb^5\overline{e^5}^{7}e^2Le^3v\Omega$

$d^2pb^5e^3e^2\overline{d^5}^{8}vv'yLz\Omega'U'$

$pb\overline{^5}^{17}\overline{e^4}^{9}e^2d^2$

$d^2pb^5e^3\overline{e^5}^{9}\overline{e^7}^{17}\overline{e^8}^{19}\overline{d^5}^{5}vy'LF'$

$d^2pb^5b^2\overline{e^5}^{7}....Lv$

$d^2pb\overline{^5}^{17}\overline{d^5}^{8}vv'Ly$

$d^6pd^2e^5.$

$d^2pb\overline{^5}^{17}v\Omega L\overline{e^5}^{7}\overline{e^6}^{11}y'$
$\times$

N° 50.

$d^2e^2e^3\overline{e^2}^{1}e_{\frac{1}{2}}$ quelquefois terminant L.

Appendice.

L dans e^5

$e^5d^2\overline{e^5}^{7}e^2h$

$e^5d^2\overline{e^5}^{7}\overline{e^7}^{15}h$
$\times$

$e^5d^2\overline{e^4}^{9}\overline{e^6}^{11}b^1\overline{e^2}^{1}h$
$\times\ \times$

CRISTAUX HÉMITROPES

Plan d'hémitropie a^1.

$d^2e^2e^3 \quad S'e^3vv'd^2yL.$

Plan d'hémitropie e^2.

$pb\overline{^5}^{17}\overline{b^2}^{9}b^1a^2\overline{e^5}^{7}\overline{e^4}^{9}\overline{e^6}^{11}....e^2Lv$

Plans d'hémit. a^1 et e^2.

$e^5d^2e^2\overline{d^5}^{8}$

$S'e^5\overline{e^5}^{11}$ rec. par $a^2e^5vv'y'\overline{b^n}^{m}$ (1)

Plan d'hémitropie b^1.

$S'e^5\overline{e^5}^{11}$. Un seul des individus est recouvert par $d^6d^2pe^5b^5L$.

(1) Voici la constitution de cet assemblage (N° 161). Le cristal principal, qui a environ 70 millimètres de hauteur, porte incrustés sur ses angles latéraux de gauche et de droite des cristaux qui paraissent avoir des plans d'hémitropie e^2 communs avec la partie supérieure du cristal principal et des plans a^1 communs avec la partie inférieure de ce dernier. Les cristaux portés par le cristal principal ont environ 25 millimètres de hauteur.

APPENDICE.

APPENDICE.

Nous allons donner dans cet Appendice :

1° Les notations, les rapports des caractéristiques et les modules (voir p. 169) des faces connues de la calcite.

2° Une classification de ces différentes formes en les rapportant au rhomboèdre sur les arêtes duquel elles constituent un biseau, ou, dans le cas où ce rhomboèdre n'existe pas, en les rapportant au rhomboèdre résultant de la troncature de certaines arêtes culminantes de la forme considérée.

3° Les formules détaillées pour passer de la notation d'une face rapportée à deux axes binaires et à l'axe ternaire à celle de la même face rapportée aux arêtes du rhomboèdre de clivage.

Nous donnons, pour finir, quelques exemples pour montrer la façon de se servir de nos tables.

Nous avons ajouté aux formes renseignées dans le *Manuel* de M. Des Cloizeaux, celles de la calcite d'Andreasberg décrites par M. Sansoni, quelques formes de Blaton trouvées par le même cristallographe et enfin les formes observées par nous à Rhisnes ou dans d'autres localités belges. Dans ce Mémoire nous avons déjà, pour chaque forme de Rhisnes, renseigné deux ou plusieurs cercles de zone sur lesquels se trouve le pôle d'une de ses faces; on peut donc les ajouter facilement sur la projection stéréographique de M. Des Cloizeaux. Pour

compléter cette projection, nous allons d'abord énumérer les autres formes nouvelles et indiquer les cercles à tracer pour les placer sur la projection.

Calcite d'Andreasberg.

Les nouveaux rhomboèdres signalés, tous inverses, sont :

$$\overset{4}{\overline{a^{13}}} = 3.0.10,\ \overset{1}{\overline{a^{4}}} = 103,\ \overset{17}{\overline{e^{22}}} = 13.0.9,\ \overset{13}{\overline{e^{14}}} = 905,\ \overset{17}{\overline{e^{10}}} = 901,$$
$$\overset{19}{\overline{e^{11}}} = 10.0.1,\ \overset{25}{\overline{e^{14}}} = 13.0.1,\ \overset{49}{\overline{e^{26}}} = 25.0.1.$$

Les scalénoèdres de la forme $\overset{m}{\overline{b^{n}}}$ sont :

$$b^{14} = 14.13.15,\ b^{10} = 10.9.11,\ \overset{13}{\overline{b^{2}}} = 13.11.15,\ \overset{9}{\overline{b^{2}}} = 9.7.11.$$

Les scalénoèdres de la forme $\overset{m}{\overline{d^{n}}}$ sont :

$$\overset{19}{\overline{d^{3}}} = 22.19.6,\ \overset{19}{\overline{d^{5}}} = 24.19.14,\ \overset{9}{\overline{d^{5}}} = 14.9.4,\ \overset{7}{\overline{d^{5}}} = 12.7.2,$$
$$\overset{25}{\overline{d^{17}}} = 40.23.6,\ \overset{9}{\overline{d^{7}}} = 16.9.2,\ \overset{17}{\overline{d^{15}}} = 32.17.2 \text{ et } \overset{9}{\overline{d^{8}}} = 17.9.1.$$

Les formes $\overset{17}{\overline{d^{15}}}$ et $\overset{9}{\overline{d^{8}}}$ sont très voisines de $\overset{8}{\overline{d^{7}}}$ connue. On a, en effet :

$$\overset{8}{\overline{d^{7}}}\ \overset{8}{\overline{d^{7}}} \text{ sur } d^{1} = 9°56'46''$$
$$\overset{17}{\overline{d^{15}}}\ \overset{17}{\overline{d^{15}}} \quad \text{„} \quad = 9°19'38''\ (^{1})$$
$$\overset{9}{\overline{d^{8}}}\ \overset{9}{\overline{d^{8}}} \quad \text{„} \quad = 8°46'51''$$

de sorte que :

$$\overset{8}{\overline{d^{7}}}\ \overset{17}{\overline{d^{15}}} = 0°18'34'' \quad \text{et} \quad \overset{17}{\overline{d^{15}}}\ \overset{9}{\overline{d^{8}}} = 0°16'23''.$$

Il nous semble que les deux scalénoèdres d'Andreasberg

(1) Les angles sur p et sur e^{1} sont de 63°56',5 et de 55°42' au lieu de 63°52' 55°39' comme il est mis dans le texte (Sansoni, page 35).

peuvent se rapporter à $d^{\overline{7}}$; le second n'est pas très bien développé; (1) quant au premier, voici la comparaison :

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS (*Sansoni.*) (page 35)
	$d^{\overline{7}}$	$d^{\overline{15}}$	
Sur p	64°11′	63°56′,5	63°38′ — 63°58′
Sur e^1	55°26′	55°42′	55°30′ — 55°53′
Sur d^1	9°57′	9°19′,5	9°11′ — 9°23′

$d^{\overline{15}}$ est voisin de $d^{\overline{3}}$, $d^{\overline{5}}$ de $d^{\overline{4}}$, $d^{\overline{5}}$ et $d^{\overline{17}}$ se rapprochent beaucoup de $d^{\overline{8}}$ et $d^{\overline{7}}$ de $d^{\overline{4}}$: si cependant l'on considère les mesures citées pages 42, 23, 19, 16, 49 et 50 du Mémoire de M. Sansoni, on voit qu'il faut laisser subsister ces nouvelles formes (2).

Il n'y a qu'un seul scalénoèdre de la forme $e_{\frac{m}{n}}$; c'est $e_{\frac{5}{3}} = 825$ (page 36). Son pôle est déjà indiqué d'avance sur la projection stéréographique que nous examinons;

(1) L'angle sur e^1 serait de 55°58 ; or M. Sansoni a trouvé Y=64°5′ (page 26).

(2) Cependant la mesure 56°30′ relatée page 29 correspond tout aussi bien à $d^{\overline{5}}$ qu'à $d^{\overline{7}}$, car $d^{\overline{5}}\,d^{\overline{5}}$ sur p = 49°50′ et $d^{\overline{7}}\,d^{\overline{7}}$ sur p = 51°10′ : l'angle avec d^4 correspond, au contraire, parfaitement à $d^{\overline{7}}$; les deux mesures paraissent contradictoires. Les deux angles cités page 29 doivent être ainsi corrigés : $d^{\overline{7}}\,d^4$ = 28°48′, X = 51°10′.

on l'y voit à l'intersection des trois cercles pe^1, $d^1\,\pi\chi e^{\overset{1}{\overline{5}}}\,a^5$ et $a^1 Q\omega e_{\overset{1}{\overline{2}}}$.

Les deux nouveaux scalénoèdres directs autres que ceux que nous venons d'examiner sont :

$$v''' = 91.70.13 = d^{\overset{1}{\overline{33}}}\,d^{\overset{1}{\overline{12}}}\,b^{\overset{1}{\overline{58}}} \text{ (page 27 Sansoni)}$$

et $\psi' = 26.10.5 = d^{\overset{1}{\overline{41}}}\,d^{\overset{1}{\overline{11}}}\,b^{\overset{1}{\overline{87}}}$ (page 34).

1° $v''' = 91.70.13 = d^{\overset{1}{\overline{33}}}\,d^{\overset{1}{\overline{12}}}\,b^{\overset{1}{\overline{58}}}$.

Le pôle v''' est à l'intersection des cercles :

$e^{\overset{5}{\overline{2}}}\,d^{\overset{4}{\overline{5}}}\,e^2_{010}\,(x = 7z)$ et $e_{\overline{5}}\,(\overline{2}23)\,d^5_{312}\,(8x = 13y + 14z)$;

v''' est très voisine de $v' = 25.19.4 = d^{\overset{1}{\overline{9}}}\,d^{\overset{1}{\overline{5}}}\,b^{\overset{1}{\overline{16}}}$ de Rhisnes (voir page 298), comme le montre la correspondance :

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS (*Sansoni.*) (page 27)
	v'	v'''	
Sur p	26°9′	25°8′	25° — 25°16′
Sur e^1	91°31′,5	93°	92°46′ — 93°8′
Sur d^1	38°58′,5	38°53′	38°52′ — 39°
Avec p	37°4′	37°56′ (1)	37°46′ — 37°49′
Avec e^2	16°40′,5	15°35′ (1)	15°32′ — 15°38′

(1) Au lieu de 37°52′,5 et 15°37′,5, comme dans le texte.

On voit cependant que v''' est une forme parfaitement déterminée.

2° $\psi' = 26.10.5 = d^{\frac{1}{14}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{57}}$.

Le pôle de ψ' ainsi notée se trouverait à l'intersection des cercles d^2 e^2_{100} $(y = 2z)$ et $a^1\tau\varepsilon$ $\left(\frac{x}{y} = 2{,}6\right)$ qu'il suffit de prolonger sur la projection de M. Des Cloizeaux : en le construisant ainsi, on s'aperçoit qu'il est très près de la zone $d^1 e^{\frac{2}{5}} (4\bar{8}\bar{5})$ dont l'intersection avec $y = 2z$ donne $21.8.4 = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{10}}$ beaucoup plus simple que la notation adoptée, surtout par rapport au rhomboèdre de clivage.

La correspondance est fort satisfaisante :

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS (*Sansoni*). (page 34)
Sur p	73°34′,5	73°8′ — 74°49′
Avec b^1	53°36′	52°59′ — 53°30′
Avec p	45°57′,5	45°18′ — 45°55′

La face ψ' est très voisine de $\psi = 521$; elle est comprise entre $\psi = d^2 + 2e^2$ et $\beta = d^2 + 3e^2$; elle peut être représentée par $d^2 + \frac{11}{5}e^2$ ou par $d^2 + \frac{9}{4}e^2$ suivant qu'on lui assigne la notation : 26.10.5 ou 21.8.4.

Scalénoèdres inverses. — 1° $n' = 12.1.1 = d^{\frac{1}{14}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{22}}$.

Située un peu plus bas que $n = 10.1.1$ sur la zone

$pe^2_{100}(y=z)$, au point où elle est coupée par $d^1 e^{\overset{19}{\overline{11}}}_{10.0.1}$ $(\overline{1}.2.10)$ (1).

2° $K = 17.1.1 = d^{\overset{1}{\overline{19}}} d^{\overset{1}{\overline{16}}} b^{\overset{1}{\overline{32}}}$.

Située encore plus bas sur la même zone pe^2_{100}, au point où elle est coupée par la zone $k_{\overline{3}10} e^{\overset{9}{\overline{5}}} e_{\overset{1}{\overline{4}}}$ $(5\overline{3}1)$ $\eta_{8\overline{2}1}$ $(\overline{1}.3.14)$.

En résumé, sur la zone pe^2_{100} on connaît les formes :
$\gamma = p + 1{,}5e^2$, $\theta = p + 2e^2$, $w = p + 2{,}5e^2$, $q = p + 2{,}6e^2$, $e_{\overset{1}{\overline{2}}} = p + 3e^2$, $\lambda = p + 6e^2$, $n = p + 9e^2$, $n' = p + 11e^2$, $K = p + 16e^2$, $B = p + 30e^2$.

3° $\Lambda' = 40.8.21 = d^{\overset{1}{\overline{23}}} d^{\overset{1}{\overline{15}}} b^{\overset{1}{\overline{17}}}$.

Située sur la zone $a^1 e_{\overset{3}{\overline{5}}} e_{\overset{3}{\overline{2}}}$ ηN $(x = 5y)$ là où elle est coupée par $d^1 e^1$ $(41\overline{8})$ (2).

4° $h = 20.4.9 = d^{\overset{1}{\overline{11}}} d^{\overset{1}{\overline{7}}} b^{\overset{1}{\overline{9}}}$.

Son pôle se trouve indiqué d'avance sur la projection de M. Des Cloizeaux; il s'y trouve à l'intersection des cercles $d^2 e^1$ $(\overline{2}14)$ et $a^1 e_{\overset{3}{\overline{2}}} N$ $(x=5y)$. C'est un biseau sur les arêtes courtes du métastatique compris entre Θ et T (3).

5° $Q' = 10.2.5 = d^{\overset{1}{\overline{17}}} d^{\overset{1}{\overline{11}}} b^{\overset{1}{\overline{15}}}$.

Son pôle se trouve aussi déjà indiqué sur la projection, que nous examinons, à l'intersection des cercles $a^1 e_{\overset{3}{\overline{2}}} N$ $(x = 5y)$ et $Qve^1 d^5$ $(x = 2z)$: il se trouve donc sur le premier cercle un peu plus bas que Λ'. L'existence

(1) n est donné par l'intersection de pe^2 et $d^1 e^{\overset{5}{\overline{5}}}$. Les angles calculés (Sansoni. page 17) doivent être ainsi modifiés. $Y = 8°35'$. Angles avec les trois plans de clivage : $50°33',5 - 68°33'$ et $62°50'$.

(2) Les incidences relatives à Λ' (*Sans.* page 24) doivent être ainsi modifiées : $\Lambda' e^2 = 55°31'$ et $31°52',5$, $\Lambda' e^{\overset{3}{\overline{5}}} = 14°25'$, $p\Lambda' = 40°58'$.

(3) Incidences à modifier (*Sans.* p. 42). $Y = 19°29'$, $he^3 = 47°21'$, $ph = 43°13'$.

de Q' est douteuse ; en effet l'angle avec e^5 devrait être de 47°36',5 tandis que M. Sansoni trouve 43°36' (page 47).

6° $m = 39.6.26 = d^{\frac{1}{71}} d^{\frac{1}{53}} b^{\frac{1}{46}}$.

Se trouve à l'intersection des zones $(2x=3z)$ $d^5\, e_2\, e^{\frac{4}{5}}\, d^5_{342}$ et $a^1\, o T^n \left(\frac{x}{y} = \frac{13}{2}\right)$. En construisant le pôle ainsi défini, on trouve qu'il est très voisin du point d'intersection des cercles $d^1 e^{\frac{1}{2}}$ $(\bar{1}21)$ et $a^1 e_{\frac{2}{3}} e_{\frac{7}{5}}$ $(x = 6y)$ dessinés dans la projection de M. Des Cloizeaux : ce point est le pôle de la face $614 = d^{\frac{1}{11}} a^{\frac{1}{8}} b^{\frac{1}{7}}$, qui ne s'approche pas suffisamment, vu que l'angle sur e^1 serait de 14°27' tandis que les mesures ont donné à M. Sansoni, pour cet angle, 12°59' à 13°20'. Cependant, en développant les rapports $\frac{71}{53}$ et $\frac{46}{53}$ en fractions continues et en les remplaçant respectivement par les réduites $\frac{4}{3}$ et $\frac{13}{15}$, on arrive à la notation plus simple $m = 33.5.22 = d^{\frac{1}{20}} d^{\frac{1}{15}} b^{\frac{1}{13}}$ qui donne une aussi bonne correspondance que 39.6.26.

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS (*Sansoni*). (page 47)
	$d^{\frac{1}{71}}\, d^{\frac{1}{53}}\, b^{\frac{1}{46}}$	$d^{\frac{1}{20}}\, d^{\frac{1}{15}}\, b^{\frac{1}{13}}$	
Sur p	79°1'	79°13',5	79°57'
Sur e^1	13°17'	13°4',5	13°12'
Sur d^1	82°29'	82°34'	81°56'

La face 33.5.22 est à l'intersection des zones :

$$d^5\, e_2\, e^{\frac{4}{5}}\, d^3_{342}\ (2x = 3z) \quad \text{et} \quad e^1\, b^{\frac{7}{2}}\ (5.11.\overline{10}).$$

7° $m' = 926 = d^{\frac{1}{17}}\, d^{\frac{1}{11}}\, b^{\frac{1}{10}}$.

Située aussi sur la zone $2x = 3z\left(a^5\, a^5_{342}\right)$, entre e_2 et m, là où elle est coupée par les zones $2x = 9y$ ($a^1\,\Theta\Lambda$) et $b^2\,\sigma e_{\frac{3}{2}}\ T'$ ($z = 3y$) (¹).

8° $\beta' = 14.6.3 = d^{\frac{1}{25}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{19}}$.

Située entre β et ψ sur la zone $a^2\, e^2_{100}$ ($y = 2z$) là où elle est coupée par $d^1\, e_{\frac{9}{5}}$ ($\overline{362}$), $\zeta_{450}\delta_{651}$ ($\overline{346}$) et $a^1\, e_{\frac{3}{2}}$ $\left(\frac{x}{y} = \frac{7}{3}\right)$.

Les faces β et β' sont très proches, car $\beta\beta' = 1°8'11''$. Cependant on ne peut les faire coïncider, comme l'indique la correspondance suivante :

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS (*Sansoni*). (page 28)
	β	β'	
Sur p	64°55′	67°4′,5	66°42′
Sur e^1	50°51′	48°57′,5	48°46′
Sur d^1	30°0′	29°35′	30°48′
Avec p	41°53′	42°53′	43°28′

9° $R' = 15.5.4 = d^{\frac{1}{8}}\, a^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{7}}$. (*Sansoni*, page 30.)

Déjà indiquée dans la projection. On y voit son pôle à

(¹) Incidences à modifier (*Sans.*, p. 44) : Angle sur $e^1 = 72°57'$, $m'p = 36°33'$.

l'intersection des cercles $a^2 e^4 (11\bar{5})$ et $a^1 e_{\frac{1}{5}} k\ (x = 3y)$; ce pôle se trouve aussi sur le cercle $d^1 e^{\frac{2}{5}} (\bar{4}85)$.

10° $b = 40.16.1 = d^{\frac{1}{19}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{21}}$.

Pour l'obtenir, il suffit de prolonger $a^1 \psi\gamma \left(\frac{x}{y} = 2{,}5\right)$ jusqu'à la rencontre de $d^1 e^{\frac{5}{5}} (\bar{1}28)$; les deux cercles sont déjà dessinés sur la projection. b est le $d^{\frac{3}{2}}$ de $e^{\frac{5}{5}}$.

11° $\Theta' = 13.3.6 = d^{\frac{1}{22}} d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{17}}$.

Située à l'intersection des zones $a^1 Q \Theta e_2\ e_{\frac{2}{5}}\ e^{\frac{2}{}}_{100}\ (z = 2y)$ et $e^{\frac{7}{2}}\ e^1\ d^{\frac{5}{}}_{591}\ (\bar{3}16)$. Θ' se trouve sur la première zone entre Q et Θ. La face Θ' est très voisine de Θ, car $\Theta\Theta' = 1°2',5$; cependant on ne peut les faire coïncider, comme l'indique la correspondance suivante :

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS (*Sansoni*). (page 47)
	Θ	Θ'	
Sur p	83°9′	81°30′	81°19′
Sur e^1	21°52′	22°35′	22°32′
Sur d^1	62°52′	63°52′	64°2′
Avec p	42°22′	41°25′	41°19′
Avec e^1	10°56′	11°20′	11°21′

Les trois dernières mesures nous ont été communiquées par M. Sansoni.

$12^{\circ}\ o' = 85.15.44 = d^{\frac{1}{48}} d^{\frac{1}{55}} b^{\frac{1}{57}}$.

Située à l'intersection des zones $d^1 o e^{\frac{2}{5}}$ $(\bar{4}85)$ et $a^4 e^{\frac{3}{2}}$ $(19\bar{5})$. Déterminée par Hessenberg.

$13^{\circ}\ \theta' = 40.13.12 = a^{\frac{1}{65}} a^{\frac{1}{26}} b^{\frac{1}{55}}$.

Cette face est située sur la zone $p_{\bar{101}}\, e_{\frac{5}{2}}\ \theta$ $(1\bar{4}1)$ près de la face $\theta = 311$ $(\theta\theta' = 2^{\circ}2')$. Comme elle se trouve très près des zones $x = 3y$ et $y = z$, pour simplifier sa notation, on est amené à essayer : 24.8.7 et 13.4.4; mais, comme on le voit dans le tableau ci-joint, la concordance n'est pas suffisante.

Si l'on observe que la notation donnée ci-dessus peut s'écrire $d^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{13}{55}}$, et que l'on développe $\frac{13}{55}$ en fraction continue, on trouve comme réduites $\frac{1}{4}$ et $\frac{4}{17}$: la première conduirait à $d^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{4}}$ qui est θ, la seconde donne : $\theta' = d^{\frac{1}{20}} d^{\frac{1}{8}} b^{\frac{1}{17}} = 37.12.11$, notation relativement simple et qui satisfait parfaitement.

ANGLES	CALCULÉS					MESURÉS (*Sansoni*). (page 44)
	311,	24.8.7,	13.4.4,	40.13.12,	37.12.11	
Avec p	41°22′	43°9′	43°34′,5	43°9′	43°17′,5	43°7′ —43°17′
Avec e^1	18°25′	19°28′	17°43′	18°48′,5	18°51′	18°46′—18°55′

Nous adopterons la notation $\theta' = d^{\frac{1}{20}} d^{\frac{1}{8}} b^{\frac{1}{17}}$; le pôle de

cette face se trouve à l'intersection des cercles $p_{\bar{1}01}\,\theta\,(1\bar{4}1)$ et $d^4\,e^{\frac{7}{4}}\,(1.7.\overline{11})$.

$$14^\circ\ \xi' = 15.7.4 = d^{\frac{1}{26}}\,d^{\frac{1}{5}}\,b^{\frac{1}{19}}.$$

La détermination de cette forme citée par M. Sansoni (pages 23 et 26) est erronée. En effet, si l'on compare les angles calculés pour 15.7.4 (*log.* $M = 1{,}1341043$) aux angles mesurés par M. Sansoni, on trouve une forte divergence :

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS (*Sansoni*).
Sur p	$61^\circ 10'$	$\varphi = 63^\circ 15'$
Sur e^1	$52^\circ 52'$	$\psi = 59^\circ 22',5$
Avec p	$38^\circ 48',5$	$\alpha = 39^\circ 49'$

Si, en partant des trois mesures relatées ci-dessus, on détermine la forme en question par la méthode exposée page 175, on a :

$$\sin\frac{\varphi}{2} = \frac{(x-y)\sin 60^\circ}{M} \qquad (1)$$

$$\sin\frac{\psi}{2} = \frac{y\sin 60^\circ}{M} \qquad (2)$$

$$\cos\alpha = \frac{x+y+2sz}{2Mm}. \qquad (3)$$

En divisant (1) par (2), puis (3) par (2), on obtient.

$$\frac{x}{y} = 2{,}058733$$

$$\frac{z}{y} = 0{,}372827.$$

Pour voir si les mesures sont compatibles entre elles, partons de $xyz = 2{,}0587.\ 1.\ 0{,}3728$ (*log.* $M = 0{,}2607232$) et calculons les angles qui ont servi de point de départ. Nous obtenons : $\varphi = 60°24'$, $\psi = 56°44'$, $\alpha = 42°32'$. Cette grande divergence prouve qu'il y a eu erreur dans les mesures, ou bien que les faces considérées n'appartenaient pas au même scalénoèdre.

Si nous nous reportons au tableau des rapports des caractéristiques (page 361) nous remarquons que les valeurs obtenues pour $\frac{x}{y}$ et $\frac{z}{y}$ se rapprochent beaucoup de celles de l'isoscéloèdre L; comme cette dernière forme avait été déjà constatée à Andreasberg par vom Rath et que M. Sansoni ne l'a pas retrouvée, il est possible que c'est à cette forme, mal développée, que l'on doive rapporter le 15.7.4 de M. Sansoni.

$$15°\ \Gamma' = 15.7.3 = d^{\frac{1}{25}}\, d^{\frac{1}{4}}\, b^{\frac{1}{20}}.$$

Forme très voisine de l'isoscéloèdre connu $\Gamma = 14.7.3$; elle a été déterminée par Hessenberg. Les angles sur p et sur e^1 diffèrent entre eux de 8°30′42″. Γ' est située sur la zone Γe^2_{100} $(3y = 7z)$; $\Gamma e^2_{100} = 32°51'34''$ et $\Gamma' e^2 = 30°31'49''$, de sorte que $\Gamma\Gamma' = 2°19'45''$. Le pôle de Γ' se trouve en outre sur les cercles de zone : $a^1 \xi'$ $(17x = 15y)$, $e^2_{010}\, d^{\frac{3}{2}}\, e^{\frac{11}{4}}$ $(x = 5z)$ et $e^2\, d^{\frac{11}{8}}\, \Phi LR$ $(\overline{338})$; sur cette dernière zone, Γ' se trouve un peu à droite de L à une distance de 2°17′22″.

Prisme. — M. Sansoni cite, d'après Bournon, le prisme $k' = 950 = d^{\frac{1}{15}} d^1 b^{\frac{1}{14}}$, dont on peut obtenir le pôle en prolongeant le cercle $a^1 d^{\frac{5}{4}}$ jusqu'à la rencontre du cercle $e^2 d^1$.

Voici quelques combinaisons, figurées par M. Sansoni dans son Mémoire, combinaisons dans lesquelles entrent quelques-unes des nouvelles formes que nous venons d'examiner :

$a^1 e^5 e^2 e^1 b^1 d^1 d^{\frac{7}{5}}$ (fig. 3), $a^1 d^{\frac{3}{2}} d^1 e^1 n'$ (fig. 4),

$e^2 e^5 b^5 d^4 d^{\frac{9}{7}} K$ (fig. 7), $e^2 e^5 a^1 e^{\frac{3}{5}} \Lambda'$ (fig. 8),

$e^2 b^1 d^1 d^{\frac{9}{5}} \xi'$ (fig. 9), $e^2 e^5 b^1 \pi \beta'$ (fig. 10),

$e^2 e^1 a^1 e^5 p b^1 d^1 d^{\frac{19}{5}}$ (fig. 11), $e^2 p a^1 b^1 b^5 v'''$ (fig. 12),

$e^2 e_5 b^1 e^1 R' d^{\frac{15}{11}} a^1$ (fig. 13), $e^{\frac{11}{5}} b^1 Q'$ (fig. 15),

$p d^{\frac{17}{15}} e^2$ (fig. 16), $e^1 e_{\frac{5}{5}} a^1$ (fig. 18),

$b^1 b^9 b^{10}$ (fig. 19), $d^2 b^{\frac{15}{2}}$ (fig. 20),

$m \Theta' e^2 e^1 e^{\frac{6}{5}}$ (fig. 21), $m' e^1 b^1$ (fig. 22),

$\theta' e^1 b^1$ (fig. 23), $Q' e^5 e^2 b^1 a^1$ (fig. 25),

$d^{\frac{9}{7}} e^{\frac{6}{5}}$ (fig. 26), $b^5 b^1 p d^{\frac{19}{15}} d^{\frac{4}{5}} e^{\frac{19}{9}}$ (fig. 27),

$b^1 b^1 p e^5 e^2 e^1 a^5 h$ (fig. 29).

Calcite de Blaton.

M. Sansoni a présenté en 1885 à l'Académie de Belgique la description de deux cristaux provenant du calcaire carbonifère de Belgique. Outre la forme $h = 20.4.9$ qu'il avait signalée à Andreasberg [1], M. Sansoni a déter-

[1] Voir page 332 de notre Mémoire.

miné dans ces cristaux les formes nouvelles qui suivent, formes que nous allons porter sur la projection stéréographique.

1° $e^{\frac{19}{8}} = 991$.

Ce rhomboèdre a pour inverse $e^{\frac{17}{10}}$ d'Andreasberg ; il a été retrouvé à Rhisnes.

2° $e_{\frac{3}{7}} = 14.4.3$.

Pour obtenir son pôle, il suffit de prolonger le cercle $a^1 w \rho e_{\frac{9}{5}} \sigma$ $(2x = 7y)$, déjà dessiné, jusqu'à la rencontre du cercle $d^1 e^1$; il se trouve aussi sur les cercles $e^2_{100} NR\alpha d^1$ $(0\bar{3}\bar{4})$ et $Le^{\frac{7}{5}}$ $(\bar{2}18)$. La forme $e_{\frac{3}{7}}$ constitue le biseau B^3 sur les arêtes B de l'isoscéloèdre L. (Voir page 215.) La forme $e_{\frac{3}{7}}$ est très voisine de $e_{\frac{2}{5}}$, mais ne peut être confondue avec cette dernière comme l'indique la correspondance :

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS (*Sansoni*).
	$e_{\frac{2}{5}}$	$e_{\frac{3}{7}}$	
Avec e^1	21°13′	20°1′	19°47′
Avec d^2	24°13′	24°43′	24°43′
Avec e^2_{100}	21°12′	21°1′	22°50′
Sur e^1	33°7′	31°16′	31°36′

3° $c' = 15.10.4 = d^{\frac{1}{16}} d^{1} b^{\frac{1}{29}}$.

Ce scalénoèdre est l'inverse de $R' = d^{\frac{1}{8}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{7}}$ d'Andreasberg (p. 334). Cette forme a été retrouvée à Rhisnes. Nous avons indiqué, page 210 de ce Mémoire, les cercles à tracer pour obtenir le pôle c'.

4° $a = 25.20.4 = d^{\frac{1}{26}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{49}}$.

Pour obtenir son pôle, il suffit de prolonger le cercle $a^1 d^4 b^5$ $(4x = 5y)$ jusqu'à l'intersection de $e^2_{110} F c' d^{\frac{9}{5}}$ $(\bar{4}45)$ ou de $d^1_{120} d^{\frac{19}{15}}$ $(\bar{4}.2.15)$.

En le construisant ainsi, on voit que ce pôle est dans une région où les faces connues sont rares; le pôle dont il s'approche le plus est $x = 651$ (¹).

Les faces $a, x, d^{\frac{5}{4}}$ et e^2_{100} sont en zone.

5° $\pi' = 17.6.7 = d^{\frac{1}{10}} d^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{7}}$.

Constitue un biseau sur les arêtes courtes du métastatique. Le pôle π' se trouve entre γ et π sur le cercle $a^2 e^1$, là où il est coupé par les cercles $d^6 e^{\frac{3}{2}}$ $(13\bar{5})$, $pe^{\frac{7}{4}}$ $(1.1.\overline{11})$, $e^{\frac{5}{2}} \gamma\theta$ $(1.\bar{4}.1)$. π' est très voisine de π ($\pi e^1 = 17°10'$, $\pi' e^1 = 18°19'$, $\pi\pi' = 1°9'$).

6° $\rho' = 40.12.17 = d^{\frac{1}{23}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{17}}$.

Constitue aussi un biseau sur les arêtes courtes de d^2.

(¹) On voit aussi que ce pôle est très proche du cercle $d^1 e^5$ $(1\bar{2}4)$. En essayant la notation 26.21 4 donnée par l'intersection de ce dernier avec $e^2 F$ $(\bar{4}45)$, on obtient une mauvaise concordance, car l'angle sur p serait de 20°35′ tandis que la mesure a donné 22°8′ à 22°57′.

Son pôle se trouve déjà indiqué sur la projection de M. Des Cloizeaux à l'intersection des cercles d^2e^1 et $a^1\chi\underset{\overline{3}}{e_2}$ $(3x = 10y)$; il est situé entre π et ρ, très près de ce dernier ($\rho e^1 = 14°26',5$, $\rho' e^1 = 15°15'$, $\rho\rho' = 0°49'$). Il est probable que cette face ρ' doit être ramenée à la face connue $\rho = 723$.

Les deux cristaux de Blaton montrent les combinaisons :

$$d^2 \overset{1}{\overline{e^2}}\, e^2 e^3 e^1 \overset{19}{\overline{e^8}}\, \overset{7}{\overline{e^4}}\, \underset{\overline{7}}{e_3}\, F\Theta \text{ (}^1\text{) } \rho' \text{ (fig. 1)}$$

$$\text{et } \quad a^2 \overset{1}{\overline{e^2}}\, e^2 e^3 e^1 \overset{19}{\overline{e^8}}\, \overset{7}{\overline{e^4}}\, c' \underset{\overline{7}}{e_3}\, \pi' a F h \text{ (fig. 2).}$$

Nota. — Le tableau dee incidences calculées de la page 297 du *Bulletin de l'Académie* contient beaucoup de petites erreurs. Nous ne signalerons que trois incidences dans lesquelles l'erreur atteint ou dépasse 1'.

$\underset{\overline{7}}{e_3}\, d^2(4.10.\overline{14}.3$ avec $2\overline{13}1) = 24°43'31''$ au lieu de $24°42'30''$.

aa sur p $(20.5.\overline{25}.4 \ldots\ldots y) = 21°26'58''$ „ $21°37'8''$.

$c'd^2$ $(10.5.\overline{15}.4$ avec $2\overline{13}1) = 3°55'23''$ „ $3°50'32''$.

La plupart des erreurs signalées dans les pages précédentes nous ont été communiquées par M. Sansoni.

Il nous reste à introduire sur la projection stéréographique quelques formes signalées dans l'appendice du Manuel de M. Des Cloizeaux.

(1) M. Sansoni nous a écrit que la forme notée par lui 52.12.23 (*loc. cit.* page 295), constituant un biseau sur les arêtes courtes de d^2, doit se rapporter au biseau connu $\Theta = 924 = \overset{1}{\overline{d^5}}\, \overset{1}{\overline{d^3}}\, \overset{1}{\overline{b^4}}$, vu que l'on a : $\Theta e^1 = 10°56'$ et que ses mesures lui ont donné des résultats variant entre $10°53'$ et $11°37'$. Il faut donc dans les figures ainsi que dans le texte du *Bull. de l'Académie de Belgique* (pages 287 à 297) remplacer $12.40.\overline{52}.23$ par $2.7.\overline{9}.4$.

1° $u = 11.7.6 = d^{\overset{1}{8}}\, d^{1}\, b^{\overset{1}{\overline{5}}}$.

Déjà indiquée sur la projection au point d'intersection des cercles $p\varkappa e_{\overset{1}{\overline{3}}}$ $(1\overline{5}4)$ et $d^{1}_{120}\, e^{1}\, d^{3}\, e_{2}$ $(\overline{4}25)$; se trouve aussi sur le cercle $d^{1}_{1\overline{10}}\, e^{\overset{5}{\overline{4}}}\, d^{1}\tau$ $(11\overline{3})$.

2° $N\eta = 35.7.9 = d^{\overset{1}{\overline{17}}}\, d^{\overset{1}{\overline{10}}}\, b^{\overset{1}{\overline{18}}}$.

Trouvée par Hessenberg sur des cristaux d'Islande. Son pôle est aussi indiqué d'avance sur la projection; il se trouve à l'intersection des cercles $a^{1}\, N\eta$ $(x = 5y)$ et $d^{1}_{120}\, e^{\overset{5}{\overline{2}}}\, x d^{\overset{3}{\overline{2}}}\, \Gamma\beta\varepsilon Re_{\overset{1}{\overline{2}}}\, e^{\overset{4}{\overline{5}}}$ $(\overline{2}17)$.

3° $\Psi = 22.15.4 = d^{\overset{1}{\overline{25}}}\, d^{\overset{1}{\overline{4}}}\, b^{\overset{1}{\overline{41}}}$.

Observée par Hessenberg sur des cristaux de Rossie. Située sur les zones $d^{1}\, D d^{4}_{455}$ $(1\overline{2}2)$, $d^{\overset{3}{\overline{2}}}_{551}\, k_{\overline{210}}$ $(1.2.\overline{13})$ et $e^{2}_{010}\, \varphi$ $(2.0.\overline{11})$. Se trouve très près de la zone $d^{1}_{120}\, d^{\overset{3}{\overline{2}}}\, e^{\overset{4}{\overline{5}}}$ $(\overline{2}17)$. Retrouvée à Rhisnes (voir page 212).

4° $H = 88.60.35 = d^{\overset{1}{\overline{61}}}\, d^{1}\, b^{\overset{1}{\overline{27}}}$.

Associée à Ψ dans les cristaux de Rossie. Se trouve à l'intersection des zones $a^{1}\, \Psi$ $\left(\frac{x}{y} = \frac{22}{15}\right)$, $e^{2}\, e_{\overset{1}{\overline{2}}}\, e^{\overset{1}{\overline{5}}}$ $(\overline{5}54)$ et $e^{\overset{5}{\overline{3}}}_{081}\, d^{2}_{251}$ $(5.2.\overline{16})$.

Sur la zone $\frac{x}{y} = \frac{22}{15}$, on connaît les trois faces : $H = 88.60.35$, $\Psi = 22.15.4$ et $C = 22.15.2$ (voir page 227 de notre Mémoire).

5° $\odot = 20.9.4 = d^{\overset{1}{\overline{11}}}\, d^{\overset{1}{\overline{2}}}\, b^{\overset{1}{\overline{9}}}$.

Déterminée par Hessenberg sur des cristaux du Der-

byshire. Située entre φ et β sur la zone $d^1\gamma\sigma b^1$ $(\bar{2}41)$ là où elle est coupée par la zone $e^2_{010}e^{\frac{11}{4}}d^{\frac{3}{2}}F\Gamma'\psi e_{\frac{2}{5}}e^{\frac{3}{2}}$ $(x = 5z)$.

6° $\Upsilon = 18.5.7 = d^{\frac{1}{10}}d^{\frac{1}{5}}b^{\frac{1}{8}}$.

Située à l'intersection des zones :

$$e_{\frac{1}{2}}\rho e_2\ (1\bar{5}1),\ \eta_{8\bar{2}1}d^5e^{\frac{7}{5}}k_{2\bar{1}0}\ (12\bar{4})\ \text{et}\ \delta\theta d^{\frac{5}{4}}e^{\frac{4}{5}}\Theta\beta\ (\bar{2}33).$$

M. Des Cloizeaux propose de remplacer ce symbole par $17.4.6 = d^{\frac{1}{9}}d^{\frac{1}{5}}b^{\frac{1}{8}}$; le pôle Υ serait alors donné par l'intersection des cercles $d^{\frac{7}{4}}\theta e^{\frac{8}{7}}$ et $d^1_{1\bar{1}0}e^{\frac{4}{3}}e_{\frac{2}{3}}\gamma d^3e^6$; mais il nous semble que cette seconde forme s'éloigne trop de la première, si l'on compare les rapports des caractéristiques. D'ailleurs, si l'on tient à simplifier ces rapports, on arrive à la forme connue $\rho = 723$, qui s'approche mieux que 17.4.6 ; il faut donc, ou bien laisser subsister le symbole primitif, ou bien supprimer la forme Υ.

Voici la comparaison des rapports des caractéristiques.

	17.4.6	$\rho = 723$	Calculés d'après la formule primitive.
$\frac{h}{k}$	4,25	3,5	3,6
$\frac{l}{k}$	1,5	1,5	1,4

7° $f = 23.12.3 = d^{\frac{1}{38}}d^{\frac{1}{2}}b^{\frac{1}{31}}$.

Déterminée par Sella. Son pôle se trouve à l'intersection des cercles $e^2_{100}d^{\frac{4}{3}}$ $(y = 4z)$ et $d^1b^{\frac{7}{2}}$ $(3\bar{6}1)$.

M. Des Cloizeaux a un peu modifié le symbole précédent et placé f à l'intersection des cercles $e^2 \overset{4}{d^{\overline{5}}}$ et $\overset{5}{d^{\overline{4}}} e^1$ $(\overline{5}.7.10)$, de sorte que $f = 38.20.5 = \overset{1}{d^{\overline{21}}} d^1 \overset{1}{b^{\overline{17}}}$. Les deux notations donnent des résultats fort différents des angles mesurés :

ANGLES	CALCULÉS		MESURÉS (*Sella*) (1)
	38.20.5 (*Dx*)	23.12.3	
Sur p	55°48′	56°24′,5	55°45′
Sur e^1	62°39′	62°4′,5	61°30′
Sur d^1	17°51′	17°35′,5	20°30′ environ.

Observons d'abord que les trois mesures sont contradictoires (2); en effet, entre les trois angles dièdres d'un scalénoèdre, il doit se passer la relation :

$$\cos \frac{\chi}{2} = \sin \frac{\varphi}{2} + \sin \frac{\psi}{2};$$

or, en partant de $\varphi = 55°45'$ et $\psi = 61°30'$, on obtient $\chi = 23°37'$ au lieu de 20°30′.

(1) Voir Des Cloizeaux, *loc. cit.*, page 102.

(2) La méthode qui consiste à déterminer un scalénoèdre par la mesure de ses angles dièdres nous semble en général peu sûre ; on admet implicitement que les trois faces considérées appartiennent au même scalénoèdre, ce qui n'est pas toujours sûr, certaines faces pouvant être bien développées au-dessus de d, par exemple, et être peu développées ou manquer en dessous, étant remplacées par des faces voisines. Pour déterminer un scalénoèdre, il faut rapporter une de ses faces aux clivages ou à des faces dont la position est établie d'avance.

Suivant que l'on part de la relation :

$$\frac{h}{k} = 1 + \frac{\sin\frac{\varphi}{2}}{\sin\frac{\psi}{2}}, \text{ ou } \frac{h}{k} = \frac{\cos\frac{\chi}{2}}{\sin\frac{\psi}{2}},$$

on obtient :

$$\frac{h}{k} = 1{,}91443 \text{ ou } \frac{h}{k} = 1{,}92451 :$$

en prenant comme moyenne $\frac{h}{k} = 1{,}919$ et développant cette dernière quantité en fraction continue, on obtient pour troisième réduite $\frac{h}{k} = \frac{23}{12}$, qui est le rapport adopté par Sella.

En portant cette valeur dans l'équation :

$$\sin\frac{\Psi}{2} = \frac{k \sin 60^\circ}{\sqrt{h^2 + k^2 - hk + sl^2}},$$

on obtient :

$$\frac{l}{k} = 0{,}33013 \text{ ou } \frac{1}{3}.$$

On a donc : $f = 23.12.4 = a^{\frac{1}{15}}\, d^1\, b^{\frac{1}{10}}$, notation plus simple et satisfaisant mieux que les notations citées plus haut.

ANGLES	CALCULÉS	MESURÉS (*Sella*)
Sur p	55°52′,5	55°45′
Sur e^1	61°28′,5	61°30′
Sur d^1	23°11′	20°30′ environ.

Le pôle de la face $f = d^{\frac{1}{15}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{10}}$ peut s'obtenir par l'intersection des cercles $e^{2}_{100} d^{\frac{5}{2}}\, \delta\, (y = 3z)$ et $e^{2}_{110} e^{\frac{6}{5}}\, (\bar{4}.4.11)$.

La face f ainsi notée est très proche de celle de l'isoscéloèdre $\delta = 631$; on a : $f e^{2}_{100} = 33°16'22''$ et $\delta e^{2}_{100} = 31°47'18''$, de sorte que $\delta f = 1°29'4''$.

8° $\Pi = 19.15.2 = d^{\frac{1}{7}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{12}}$.

Située à l'intersection des zones $e^{2}\, d^{\frac{5}{2}}\, (\bar{1}12)$ et $d^{1}\, d^{\frac{5}{5}}_{\text{opp.}} (2.\bar{4}.11)$.

M. Des Cloizeaux a placé le pôle de Π à l'intersection des cercles $d^{1} e^{\frac{7}{5}} (1.\bar{2}.10)$ et $e^{2} d^{\frac{5}{4}} (\bar{1}14)$, de sorte que $\Pi = 18.14.1 = a^{\frac{1}{7}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{11}}$. Mais, en comparant les rapports des caractéristiques, on voit que cette seconde notation représente une face trop éloignée de la première. D'ailleurs, si l'on calcule les angles avec p, on obtient : $p\,\Pi_{18.14.1} = 43°11'34''$ et $p\,\Pi_{19.15.2} = 39°59'39''$, de sorte que : $(19.15.2)\,(18.14.1) = 3°11'55''$.

Il faut donc laisser subsister l'ancien symbole.

9° $B = 490.14.9 = d^{\frac{1}{171}}\, d^{\frac{1}{137}}\, b^{\frac{1}{319}}$.

Déterminée par M. Zippe.

M Des Cloizeaux place le pôle B à l'intersection des cercles $p e^{2}_{100} (y = z)$ et $d^{1}_{110} e^{\frac{11}{5}}\, (1.1.\overline{32})$; on obtient alors la notation $B = 31.1.1 = d^{\frac{1}{11}}\, d^{\frac{1}{10}}\, b^{\frac{1}{20}}$, qui donne une assez bonne concordance, comme le montre le tableau de correspondance qui suit. Cependant, si l'on écrit la face de Zippe sous la forme $35.1.\frac{9}{14}$, on voit qu'elle s'approche mieux de la zone $d^{2}\, e^{2}_{100}\, (y = 2z)$ que de la zone

pe^2_{100} $(y = z)$. La notation $B = 70.2.1 = d^{\frac{1}{75}} d^{\frac{1}{67}} b^{\frac{1}{137}}$ nous semble préférable; d'ailleurs les angles calculés pour ce symbole concordent, à une minute près, avec les angles calculés en partant du symbole de Zippe.

ANGLES	490.14.9	70.2.1	31.1.1
Log. M⟶	2,6841613	1,8390327	1,4847144
Sur p	117°5′27″	117°6′14″	116°38′41″
Sur e^1	2°52′31″	2°52′32″	3°15′4″
Sur d^1	57°9′42″	57°8′49″	56°51′41″

Le pôle $B = 70.2.1$ se trouve à l'intersection des cercles $d^2\, e^2_{100}$ et $a^4_{\overline{012}}\, e^{\overline{9}\,5}_{14.0.1}$ $(\overline{1}.28.14)$.

$10^\circ\ \eta = 10.2.1 = d^{\frac{1}{15}}\, d^{\frac{1}{7}}\, b^{\frac{1}{17}}$.

Nous avons conservé le symbole proposé par M. Des Cloizeaux dans son manuel; l'ancien symbole $d^{\frac{1}{17}}\, d^{\frac{1}{10}}\, b^{\frac{1}{8}}$ étant évidemment entaché d'une faute d'impression, il ne nous a pas été possible de discuter la notation de η.

Tableau des différentes formes de la calcite, des rapports de leurs caractéristiques et des logarithmes de leurs modules.

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	$log.\ M$	$log.s=0,0118410$ (1)
	Base					$s=1,02764$
	a^1	001			0,0059205	$2s-2,05528$
	Prismes					$3s-3,08292$
	e^2	110	1		0	$4s-4,11056$
ζ	$d^{\frac{1}{5}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{7}}$	430	1,3333		0,5569717	$5s-5,13820$
						$6s-6,16584$
k	$d^{\frac{1}{4}}\ d^1\ b^{\frac{1}{5}}$	320	1,5000		0,4225490	$7s-7,19348$
k'	$d^{\frac{1}{15}}\ d^1\ b^{\frac{1}{14}}$	950	1,8000		0,8926649	$8s-8,22112$
						$9s-9,24876$
	d^1	210	2,0000		0,2385606	
Rhomboèdres directs.			$\frac{h}{l}$			
	a^2	114	0,2500		0,6208011	
	$a^{\frac{16}{7}}$	3.3.10	0,3000		1,0241510	
	a^5	225	0,4000		0,7363124	

(1) $s=\frac{3}{4}\cdot\frac{a^2}{c^2}$

NOTATIONS.		Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{l}$	$\frac{l}{h}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
a^4	112	0,5000		0,3542342	s = 1,02764 $2s$ — 2,05528
a^5	447	0,5714		0,9109347	$3s$ — 3,08292
a^7	223	0,6666		0,5610876	$4s$ — 4,11056 $5s$ — 5,13820
a^{11}	10.10.13	0,7692		1,2186145	$6s$ — 6,16584
p	111	1,0000		0,1534954	$7s$ — 7,19348 $8s$ — 8,22112
e^6	774	1,7500		0,9079291	$9s$ — 9,24876
e^4	552	2,5000		0,7320253	
$e^{\frac{7}{2}}$	331	3,0000		0,5005994	
$e^{\frac{10}{3}}$	13.13.4	3,2500		1,1341043	
e^3	441	4,0000		0,6155772	
$e^{\frac{20}{7}}$	992	4,5000		0,9649917	
$e^{\frac{11}{4}}$	551	5,0000		0,7077174	
$e^{\frac{13}{5}}$	661	6,0000		0,7842630	
$e^{\frac{5}{2}}$	771	7,0000		0,8496050	

NOTATIONS.		Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{l}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
$e^{\frac{17}{7}}$	881	8,0000		0,9065490	$s = 1,02764$
					$2s - 2,05528$
$e^{\frac{19}{8}}$	991	9,0000		0,9569801	$3s - 3,08292$
$e^{\frac{7}{5}}$	10.10.1	10,0000		1.0022201	$4s - 4,11056$
					$5s - 5,13820$
$e^{\frac{9}{4}}$	13.13.1	13,0000		1,1152593	$6s - 6,16584$
$e^{\frac{11}{5}}$	16.16.1	16,0000		1,2049899	$7s - 7,19348$
					$8s - 8,22112$
$e^{\frac{15}{7}}$	22.22.1	22,0000		1,3428832	$9s - 9,24876$
$e^{\frac{19}{9}}$	28.28.1	28,0000		1,4474425	
Rhomboèdres inverses.					
$a^{\frac{1}{2}}$	105	0,2000		0,7131824	
$a^{\frac{2}{5}}$	104	0,2500		0,6208011	
$a^{\frac{4}{15}}$	3.0.10	0,3000		1,0241510	
$a^{\frac{1}{4}}$	103	0,3333		0,5053357	
$a^{\frac{1}{7}}$	205	0,4000		0,7363124	
b^{1}	102	0,5000		0,3542342	

NOTATIONS.		Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{l}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
$e^{\frac{1}{8}}$	305	0,6000		0,7701084	$s = 1,02764$
					$2s - 2,05528$
$e^{\frac{1}{5}}$	203	0,6667		0,5610876	$3s - 3,08292$
$e^{\frac{1}{3}}$	405	0,8000		0,8100211	$4s - 4,11056$
					$5s - 5,13820$
$e^{\frac{2}{5}}$	708	0,8750		1,0299122	$6s - 6,16584$
$e^{\frac{6}{15}}$	19.0.20	0,9500		1,4438244	$7s - 7,19348$
					$8s - 8,22112$
$e^{\frac{1}{2}}$	101	1,0000		0,1534954	$9s - 9,24876$
$e^{\frac{6}{11}}$	17.0.16	1,0625		1,3709994	
$e^{\frac{10}{17}}$	908	1,1250		1,0833171	
$e^{\frac{3}{5}}$	807	1,1429		1,0291264	
$e^{\frac{7}{11}}$	605	1,2000		0,8951109	
$e^{\frac{2}{3}}$	504	1,2500		0,8087215	
$e^{\frac{3}{7}}$	403	1,3333		0,7011200	
$e^{\frac{3}{4}}$	705	1,4000		0,9366341	
$e^{\frac{17}{22}}$	13.0.9	1,4444		1,2009060	

NOTATIONS.		Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{l}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
$e^{\frac{4}{5}}$	302	1,5000		0,5588106	$s = 1,02764$
					$2s - 2,05528$
$e^{\frac{5}{6}}$	11.0.7	1,5714		1,1169476	$3s - 3,08292$
$e^{\frac{6}{7}}$	13.0.8	1,6250		1,1853203	$4s - 4,11056$
					$5s - 5,13820$
$e^{\frac{13}{14}}$	905	1,8000		1,0140639	$6s - 6,16584$
e^{1}	201	2,0000		0,3506821	$7s - 7,19348$
					$8s - 8,22112$
$e^{\frac{14}{15}}$	904	2,2500		0,9943736	$9s - 9,24876$
$e^{\frac{19}{17}}$	12.0.5	2,4000		1,1148294	
$e^{\frac{8}{7}}$	502	2,5000		0,7320253	
$e^{\frac{6}{5}}$	11.0.4	2,7500		1,0690601	
$e^{\frac{5}{4}}$	301	3,0000		0,5005994	
$e^{\frac{4}{3}}$	702	3,5000		0,8625904	
$e^{\frac{7}{5}}$	401	4,0000		0,6155772	
$e^{\frac{16}{11}}$	902	4,5000		0,9649917	
$e^{\frac{3}{2}}$	501	5,0000		0,7077174	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{l}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
	$e^{\frac{5}{5}}$	801	8,0000		0,9065490	$s = 1,02764$
						$2s - 2,05528$
	$e^{\frac{17}{10}}$	901	9,0000		0,9569801	$3s - 3,08292$
	$e^{\frac{19}{11}}$	10.0.1	10,0000		1,0022201	$4s - 4,11056$
						$5s - 5,13820$
	$e^{\frac{7}{4}}$	11.0.1	11,0000		1,0432291	$6s - 6,16584$
	$e^{\frac{25}{14}}$	13.0.1	13,0000		1,1152593	$7s - 7,19348$
						$8s - 8,22112$
	$e^{\frac{9}{5}}$	14.0.1	14,0000		1,1472636	$9s - 9,24876$
	$e^{\frac{11}{6}}$	17.0.1	17,0000		1,2312197	
	$e^{\frac{49}{26}}$	25.0.1	25,0000		1,3982967	
	$e^{\frac{79}{41}}$	40.0.1	40,0000		1,6021994	
Scalénoèdres directs :			$\frac{h}{k} < 2$			
Π	$d^{\frac{1}{11}}\, d^{\frac{1}{9}}\, b^{\frac{1}{25}}$	34.32.3	1,0625	0,0937	1,5209427	
	b^{14}	14.13.15	1,0769	1,1538	1,3086150	
U	$d^{\frac{1}{15}}\, d^{\frac{1}{11}}\, b^{\frac{1}{29}}$	44.40.3	1,1000	0,0750	1,6258494	
	b^{10}	10.9.11	1,1111	1,2222	1,1665668	

	NOTATIONS.		Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	$log.\ M$	$log.s = 0,0118410$
	$d^{\frac{17}{2}}$	19.17.15	1,1176	0,8824	1,1820118	$s = 1,02764$
						$2s - 2,05528$
	b^9	9.8.10	1,1250	1,2500	1,1224649	$3s - 3,08292$
x'	$d^{\frac{1}{5}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{11}}$	16.14.3	1,1429	0,2143	1,1876020	$4s - 4,11056$
						$5s - 5,13820$
	d^7	876	1,1429	0,8571	0,9865525	$6s - 6,16584$
	b^8	879	1,1429	1,2857	1,0734342	$7s - 7,19348$
						$8s - 8,22112$
t	$d^{\frac{1}{8}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{15}}$	23.20.2	1,1500	0,1000	1,3374813	$9s - 9,24876$
U'	$d^{\frac{1}{14}}\ d^{\frac{1}{9}}\ b^{\frac{1}{24}}$	38.33.1	1,1515	0,0303	1,5536097	
	$d^{\frac{19}{5}}$	22.19.16	1,1579	0,8421	1,4194484	
	d^6	765	1,1667	0,8333	0,9184499	
	b^7	768	1,1667	1,3333	1,0182525	
	$b^{\frac{15}{2}}$	15.13.11	1,1818	1,3636	1,2548327	
x	$d^{\frac{1}{2}}\ d^1\ b^{\frac{1}{4}}$	651	1,2000	0,2000	0,7527625	
	d^5	654	1,2000	0,8000	0,8380826	
	b^6	657	1,2000	1,4000	0,9551904	

	NOTATIONS.		Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
	$b^{\frac{17}{5}}$	17.14.20	1,2143	1,4286	1,4091314	$s = 1,02764$
						$2s - 2,05528$
a	$d^{\frac{1}{26}}\ d^{\frac{1}{11}}\ b^{\frac{1}{49}}$	25.20.4	1,2500	0,2000	1,3667761	$3s - 3,08292$
						$4s - 4,11056$
	d^{4}	543	1,2500	0,7500	0,7403538	$5s - 5,13820$
	b^{5}	546	1,2500	1,5000	0,8816954	$6s - 6,16584$
	$d^{\frac{19}{5}}$	24.19.14	1,2632	0,7368	1,4170250	$7s - 7,19348$
						$8s - 8,22112$
Π	$d^{\frac{1}{7}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{12}}$	19.15.2	1,2667	0,1333	1,2422286	$9s - 9,24876$
	$d^{\frac{11}{5}}$	14.11.8	1,2727	0,7273	1,1796986	
	$d^{\frac{7}{2}}$	9.7.5	1.2857	0,7143	0,9835188	
	$b^{\frac{9}{2}}$	9.7.11	1,2857	1,5714	1,1409079	
v'''	$d^{\frac{1}{35}}\ d^{\frac{1}{12}}\ b^{\frac{1}{58}}$	91.70.13	1,3000	0,1857	1,9220730	
v'	$d^{\frac{1}{9}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{16}}$	25.19.4	1,3158	0,2105	1,3610875	
v	$d^{\frac{1}{5}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{5}}$	861	1,3333	0,1667	0,8622511	
F	$d^{\frac{1}{7}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{13}}$	20.15.4	1,3333	0,2667	1,2666586	
Ω	$d^{\frac{1}{11}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{21}}$	32.24.7	1,3333	0,2917	1,4728215	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
	d^3	432	1,3333	0,6667	0,6166321	$s = 1,02764$
						$2s - 2,05528$
	b^4	435	1,3333	1,6667	0,7938050	$3s - 3,08292$
Ω'	$d^{\frac{1}{13}}\, d^{\frac{1}{3}}\, b^{\frac{1}{24}}$	37.27.8	1,3704	0,2963	1,5331199	$4s - 4,11056$
						$5s - 5,13820$
v''	$d^{\frac{1}{19}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{32}}$	51.37.8	1,3784	0,2162	1,6660949	$6s - 6,16584$
	$d^{\frac{5}{2}}$	753	1,4000	0,6000	0,8417431	$7s - 7,19348$
						$8s - 8,22112$
	$b^{\frac{7}{2}}$	759	1,4000	1,8000	1,0436046	$9s - 9,24876$
I	$d^{\frac{1}{18}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{35}}$	53.37.15	1,4324	0,4054	1,6944251	
C	$d^{\frac{1}{9}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{15}}$	22.15.2	1,4667	0,1333	1,2916621	
Ψ'	$d^{\frac{1}{25}}\, d^{\frac{1}{4}}\, b^{\frac{1}{41}}$	22.15.4	1,4667	0,2667	1,2985415	
H	$d^{\frac{1}{61}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{27}}$	88.60.35	1,4667	0,5833	1,9323403	
Φ	$d^{\frac{1}{10}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{15}}$	25.17.3	1,4706	0,1765	1,3487231	
y	$d^{\frac{1}{5}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{7}}$	12.8.1	1,5000	0,1250	1,0265923	
D	$d^{\frac{1}{7}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{11}}$	641	1,5000	0,2500	0,7314059	
z	$d^{\frac{1}{9}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{15}}$	24.16.5	1,5000	0,3125	1,3377476	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log. s* = 0,0118410
c'	$d^{\frac{1}{16}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{29}}$	15.10.4	1,5000	0,4000	1,1410189	s = 1,02764 $2s$ — 2,05528
	d^{2}	321	1,5000	0,5000	0,4522939	$3s$ — 3,08292
	e_{5}	645	1,5000	1,2500	0,8649507	$4s$ — 4,11056 $5s$ — 5,13820
	b^{5}	324	1,5000	2,0000	0,6849996	$6s$ — 6,16584
c''	$d^{\frac{1}{43}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{80}}$	41.27.12	1,5185	0,4444	1,5808307	$7s$ — 7,19348 $8s$ — 8,22112
c	$d^{\frac{1}{56}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{65}}$	99.65.25	1,5231	0,3846	1,9577863	$9s$ — 9,24876
S'	$d^{\frac{1}{11}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{18}}$	29.19.6	1,5263	0,3158	1,4187926	
y'	$d^{\frac{1}{11}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{13}}$	26.17.2	1,5294	0,1176	1,3609509	
	$d^{\frac{17}{9}}$	26.17.8	1,5294	0,4706	1,3849725	
M	$d^{\frac{1}{28}}\ d^{\frac{1}{4}}\ b^{\frac{1}{41}}$	23.15.3	1,5333	0,2000	1,3107173	
ou M	$d^{\frac{1}{7}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{10}}$	17.11.2	1,5455	0,1818	1,1781187	
S''	$d^{\frac{1}{13}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{21}}$	34.22.7	1,5455	0,3182	1,4871071	
i	$d^{\frac{1}{18}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{27}}$	45.29.7	1,5517	0,2414	1,6035955	
	$d^{\frac{9}{5}}$	14.9.4	1,5556	0,4444	1,1119325	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*lgo.s* = 0,0118410
i'	$d^{\frac{1}{9}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{15}}$	22.14.3	1,5714	0,2143	1,2906042	s = 1,02764
						$2s$ — 2,05528
S^{III}	$d^{\frac{1}{17}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{27}}$	44.28.9	1,5714	0,3214	1,5981211	$3s$ — 3,08292
	$d^{\frac{7}{4}}$	11.7.3	1,5714	0,4286	1,0048290	$4s$ — 4,11056
						$5s$ — 5,13820
u	$d^{\frac{1}{8}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{5}}$	11.7.6	1,5714	0,8571	1,0569634	$6s$ — 6,16584
	$b^{\frac{11}{4}}$	11.7.15	1,5714	2,1429	1,2554192	$7s$ — 7,19348
						$8s$ — 8,22112
S	$d^{\frac{1}{21}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{33}}$	54.34.11	1,5882	0,3235	1,6864877	$9s$ — 9,24876
ou *S*	$d^{\frac{1}{11}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{64}}$	35.22.7	1,5909	0,3182	1,4976759	
	$d^{\frac{3}{5}}$	852	1,6000	0,4000	0,8625904	
	$d^{\frac{13}{8}}$	21.13.5	1,6154	0,3846	1,2797684	
S^{IV}	$d^{\frac{1}{11}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{63}}$	104.64.21	1,6250	0,3281	1,9699889	
	$d^{\frac{8}{5}}$	13.8.3	1,6250	0,3750	1,0703306	
	$d^{\frac{3}{2}}$	531	1,6667	0,3333	0,6508149	
◻	$d^{\frac{1}{13}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{7}}$	20.12.7	1,6667	0,5833	1,2747189	
	e_4	534	1,6667	1,3333	0,7747606	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	$log.\ M$	$log.s = 0{,}0118410$
	$d^{\frac{19}{15}}$	32.19.6	1,6842	0,3158	1,4553109	$s = 1{,}02764$
						$2s - 2{,}05528$
d	$d^{\frac{1}{102}} d^{1} b^{\frac{1}{169}}$	171.101.34	1,6931	0,3366	2,1842267	$3s - 3{,}08292$
	$d^{\frac{10}{7}}$	17.10.3	1,7000	0,3000	1,1792042	$4s - 4{,}11056$
						$5s - 5{,}13820$
	$d^{\frac{7}{5}}$	12.7.2	1,7143	0,2857	1,0267516	$6s - 6{,}16584$
	$d^{\frac{11}{8}}$	19.11.3	1,7273	0,2727	1,2253160	$7s - 7{,}19348$
						$8s - 8{,}22112$
	$d^{\frac{23}{17}}$	40.23.6	1,7391	0,2609	1,5477581	$9s - 9{,}24876$
	$d^{\frac{4}{3}}$	741	1,7500	0,2500	0,7900497	
	$b^{\frac{7}{3}}$	7.4.10	1,7500	2,5000	1,0726977	
	$d^{\frac{9}{7}}$	16.9.2	1,7778	0,2222	1,1473550	
	$d^{\frac{5}{4}}$	951	1,8000	0,2000	0,8962926	
	$d^{\frac{6}{5}}$	11.6.1	1,8333	0,1667	0,9819592	
	$d^{\frac{13}{11}}$	24.13.2	1,8462	0,1538	1,3202956	
	$d^{\frac{7}{6}}$	13.7.1	1,8571	0,1429	1,0536518	
	$d^{\frac{8}{7}}$	15.8.1	1,8750	0,1250	1,1152598	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s*=0,0118410
f	$d^{\frac{1}{13}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{10}}$	23.12.4	1,9167	0,3333	1,3082074	$s=1{,}02764$
						$2s-2{,}05528$
Isoscéloèdres :			$\frac{h}{k}=2$			$3s-3{,}08292$
G	$d^{\frac{1}{13}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{11}}$	841		0,2500	0,8452205	$4s-4{,}11056$
						$5s-5{,}13820$
δ	$d^{\frac{1}{10}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{8}}$	631		0,3333	0,7237933	$6s-6{,}16584$
L	$d^{\frac{1}{9}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{7}}$	16.8.3		0,3750	1,1518666	$7s-7{,}19348$
						$8s-8{,}22112$
Γ	$d^{\frac{1}{8}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{6}}$	14.7.3		0,4286	1,0969083	$9s-9{,}24876$
ξ	$d^{\frac{1}{7}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{5}}$	421		0,5000	0,5574329	
α	$d^{\frac{1}{5}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{5}}$	843		0,7500	0,8788830	
	e_3	423		1,5000	0,6636668	
s	$d^{\frac{1}{11}}\ d^{\frac{1}{4}}\ b^{\frac{1}{3}}$	14.7.12		1,7143	1,2348964	
	b^2	213		3,0000	0,5440461	
Scalénoèdres inverses :			$\frac{h}{k}>2$			
Γ'	$d^{\frac{1}{25}}\ d^{\frac{1}{4}}\ b^{\frac{1}{20}}$	15.7.3	2,1429	0,4286	1,1255132	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
Δ	$d^{\frac{1}{7}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{6}}$	13.6.2	2,1667	0,3333	1,0588188	s = 1,02764
						$2s$ — 2,05528
ϰ	$d^{\frac{1}{8}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{5}}$	13.6.5	2,1667	0,8333	1,0919067	$3s$ — 3,08292
♀	$d^{\frac{1}{6}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{5}}$	11.5.2	2,2000	0,4000	0,9891144	$4s$ — 4,11056
						$5s$ — 5,13820
☉	$d^{\frac{1}{11}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{9}}$	20.9.4	2,2222	0,4444	1,2508324	$6s$ — 6,16584
β	$d^{\frac{1}{5}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{4}}$	942	2,2500	0,5000	0,9068257	$7s$ — 7,19348
						$8s$ — 8,22112
β′	$d^{\frac{1}{25}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{19}}$	14.6.3	2,3333	0,5000	1,0982936	$9s$ — 9,24876
	$e^{\frac{5}{2}}$	735	2,3333	1,6667	0,8986026	
b	$d^{\frac{1}{19}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{21}}$	40.16.1	2,5000	0,0625	1,5426502	
♄	$d^{\frac{1}{8}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{7}}$	521	2,5000	0,5000	0,6508149	
γ	$d^{\frac{1}{5}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{2}}$	522	2,5000	1,0000	0,6819052	
	$e^{\frac{7}{3}}$	10.4.7	2,5000	1,7500	1,0507951	
	$b^{\frac{5}{5}}$	528	2,5000	4,0000	0,9641184	
ε	$d^{\frac{1}{7}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{6}}$	13.5.3	2,6000	0,6000	1,0703306	
τ	$d^{\frac{1}{8}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{5}}$	13.5.6	2,6000	1,2000	1,1100476	

	NOTATIONS.		Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
ψ'	$d^{\frac{1}{11}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{10}}$	21.8.4	2,6250	0,5000	1,2741592	$s = 1,02764$
						$2s - 2,05528$
	$e_{\frac{1}{4}}$	831	2,6667	0,3333	0,8496050	$3s - 3,08292$
						$4s - 4,11056$
ν	$d^{\frac{1}{5}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{3}}$	834	2,6667	1,3333	0,9079291	
						$5s - 5,13820$
π'	$d^{\frac{1}{10}}\, d^{\frac{1}{4}}\, b^{\frac{1}{7}}$	17.6.7	2,8333	1,1667	1,2183630	$6s - 6,16584$
						$7s - 7,19348$
	$e_{\frac{1}{3}}$	621	3,0000	0,5000	0,7314059	
						$8s - 8,22112$
l	$d^{\frac{1}{37}}\, d^{\frac{1}{13}}\, b^{\frac{1}{33}}$	24.8.5	3,0000	0,6250	1,3377476	$9s - 9,24876$
R	$d^{\frac{1}{19}}\, d^{\frac{1}{7}}\, b^{\frac{1}{17}}$	12.4.3	3,0000	0,7500	1,0418385	
R'	$d^{\frac{1}{8}}\, d^{\frac{1}{3}}\, b^{\frac{1}{7}}$	15.5.4	3,0000	0,8000	1,1410189	
θ	$d^{\frac{2}{5}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{2}}$	311	3,0000	1,0000	0,4522939	
π	$d^{\frac{1}{7}}\, d^{\frac{1}{3}}\, b^{\frac{1}{3}}$	12.4.5	3,0000	1,2500	1,0694528	
	e_2	312	3,0000	2,0000	0,5228680	
	$b^{\frac{3}{2}}$	315	3,0000	5,0000	0,7572141	
θ'	$d^{\frac{1}{20}}\, d^{\frac{1}{8}}\, b^{\frac{1}{17}}$	37.12.11	3,0833	0,9167	1,5383829	
	$e_{\frac{2}{5}}$	10.3.2	3,3333	0,6667	0,9598281	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
ρ'	$d^{\frac{1}{23}}\ d^{\frac{1}{11}}\ b^{\frac{1}{17}}$	40.12.17	3,3333	1,4167	1,5966998	$s = 1,02764$
						$2s - 2,05528$
χ	$d^{\frac{1}{6}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{4}}$	10.3.5	3,3333	1,6667	1,0099547	$3s - 3,08292$
						$4s - 4,11056$
	$e^{\frac{3}{7}}$	14.4.3	3,5000	0,7500	1,1090690	$5s - 5,13820$
w	$d^{\frac{5}{11}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{2}}$	722	3,5000	1,0000	0,8172918	$6s - 6,16584$
ρ	$d^{\frac{1}{4}}\ d^{\frac{1}{2}}\ b^{\frac{1}{5}}$	723	3,5000	1,5000	0,8417431	$7s - 7,19348$
						$8s - 8,22112$
	$e^{\frac{9}{5}}$	14.4.9	3,5000	2,2500	1,1894158	$9s - 9,24876$
σ	$d^{\frac{1}{5}}\ d^{\frac{1}{3}}\ b^{\frac{1}{2}}$	726	3,5000	3,0000	0,9403926	
q	$d^{\frac{13}{28}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{2}}$	18.5.5	3,6000	1,0000	1,2271869	
Υ	$d^{\frac{1}{10}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{8}}$	18.5.7	3,6000	1,4000	1,2452281	
	$e^{\frac{7}{4}}$	11.3.7	3,6667	2,3333	1,0841815	
	$e^{\frac{1}{2}}$	411	4,0000	1,0000	0,5734923	
ω	$d^{\frac{1}{9}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{7}}$	16.4.7	4,0000	1,7500	1,2061079	
Q	$d^{\frac{1}{7}}\ d^{\frac{1}{4}}\ b^{\frac{1}{5}}$	412	4,0000	2,0000	0,6166321	
	$e^{\frac{5}{3}}$	825	4,0000	2,5000	0,9451853	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
Θ'	$d^{\frac{1}{22}}\, d^{\frac{1}{13}}\, b^{\frac{1}{17}}$	13.3.6	4,3333	2,0000	1,1227502	$s = 1{,}02764$
						$2s - 2{,}05528$
	$e^{\frac{6}{11}}$	22.5.6	4,4000	1,2000	1,3197407	$3s - 3{,}08292$
Θ	$d^{\frac{1}{5}}\, d^{\frac{1}{3}}\, b^{\frac{1}{4}}$	924	4,5000	2,0000	0,9606930	$4s - 4{,}11056$
						$5s - 5{,}13820$
Λ	$d^{\frac{1}{16}}\, d^{\frac{1}{10}}\, b^{\frac{1}{11}}$	925	4,5000	2,5000	0,9835188	$6s - 6{,}16584$
m'	$d^{\frac{1}{17}}\, d^{\frac{1}{11}}\, b^{\frac{1}{10}}$	926	4,5000	3,0000	1,0085063	$7s - 7{,}19348$
						$8s - 8{,}22112$
η	$d^{\frac{1}{13}}\, d^{\frac{1}{7}}\, b^{\frac{1}{17}}$	10.2.1	5,0000	0,5000	0,9647801	$9s - 9{,}24876$
N	$d^{\frac{1}{9}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{11}}$	20.4.3	5,0000	0,7500	1,2690661	
N'	$d^{\frac{1}{17}}\, d^{\frac{1}{10}}\, b^{\frac{1}{18}}$	35.7.9	5,0000	1,2857	1,5230990	
	$e^{\frac{3}{5}}$	10.2.3	5,0000	1,5000	0,9848215	
h	$d^{\frac{1}{11}}\, d^{\frac{1}{7}}\, b^{\frac{1}{9}}$	20.4.9	5,0000	2,2500	1,3112308	
Q'	$d^{\frac{1}{17}}\, d^{\frac{1}{11}}\, b^{\frac{1}{13}}$	10.2.5	5,0000	2,5000	1,0200855	
Λ'	$d^{\frac{1}{23}}\, d^{\frac{1}{15}}\, b^{\frac{1}{17}}$	40.8.21	5,0000	2,6250	1,6272969	
	$e^{\frac{3}{2}}$	513	5,0000	3,0000	0,7403538	
	$b^{\frac{3}{4}}$	519	5,0000	9,0000	1,0090148	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118440
T	$d^{\frac{1}{6}}\ d^{\frac{1}{4}}\ b^{\frac{1}{5}}$	11.2.5	5,5000	2,5000	1,0547741	s = 1,02764
						$2s$ — 2,05528
o'	$d^{\frac{1}{48}}\ d^{\frac{1}{35}}\ b^{\frac{1}{37}}$	85.15.44	5,6667	2,9333	1,9559651	$3s$ — 3,08292
						$4s$ — 4,11056
	$e^{\frac{2}{3}}$	612	6,0000	2,0000	0,7727189	$5s$ — 5,13820
	$e^{\frac{7}{5}}$	12.2.7	6,0000	3,5000	1,1207164	$6s$ — 6,16584
T'	$d^{\frac{1}{7}}\ d^{\frac{1}{5}}\ b^{\frac{1}{6}}$	13.2.6	6,5000	3,0000	1,1324030	$7s$ — 7,19348
						$8s$ — 8,22112
o	$d^{\frac{1}{37}}\ d^{\frac{1}{27}}\ b^{\frac{1}{28}}$	65.10.36	6,5000	3,6000	1,8497810	$9s$ — 9,24876
m	$d^{\frac{1}{20}}\ d^{\frac{1}{15}}\ b^{\frac{1}{13}}$	33.5.22	6,6000	4,4000	1,5801409	
λ	$d^{\frac{2}{5}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{2}}$	711	7,0000	1,0000	0,8218627	
	$e^{\frac{4}{3}}$	714	7,0000	4,0000	0,8870476	
μ	$d^{\frac{1}{21}}\ d^{\frac{1}{15}}\ b^{\frac{1}{29}}$	50.6.7	8,3333	1,6667	1,6795718	
	$e^{\frac{5}{4}}$	915	9,0000	5,0000	0,9971387	
n	$d^{\frac{3}{4}}\ d^{1}\ b^{\frac{1}{2}}$	10.1.1	10,0000	1,0000	0,9819592	
A	$d^{\frac{1}{15}}\ d^{\frac{1}{15}}\ b^{\frac{1}{7}}$	22.2.21	11,0000	10,5000	1,4764420	
n'	$d^{\frac{1}{14}}\ d^{\frac{1}{11}}\ b^{\frac{1}{22}}$	12.1.1	12,0000	1,0000	1,0635972	

NOTATIONS.			Rapports des caractéristiques. $\frac{h}{k}$	$\frac{l}{k}$	*log. M*	*log.s* = 0,0118410
X	$d^{\frac{1}{13}}\, d^{\frac{1}{11}}\, b^{\frac{1}{12}}$	25.2.12	12,5000	6,0000	1,4307613	$s = 1{,}02764$
						$2s - 2{,}05528$
K	$d^{\frac{1}{19}}\, d^{\frac{1}{16}}\, b^{\frac{1}{52}}$	17.1.1	17,0000	1,0000	1,2188972	$3s - 3{,}08292$
						$4s - 4{,}11056$
	$e^{\frac{9}{8}}$	17.1.9	17,0000	9,0000	1,2758706	$5s - 5{,}13820$
V	$d^{\frac{1}{31}}\, d^{\frac{1}{28}}\, b^{\frac{1}{33}}$	64.3.26	21,3333	8,6667	1,8317414	$6s - 6{,}16584$
						$7s - 7{,}19348$
E	$d^{\frac{1}{61}}\, d^{\frac{1}{54}}\, b^{\frac{1}{114}}$	175.7.1	25,0000	0,1429	2,2345429	
						$8s - 8{,}22112$
P	$d^{\frac{1}{37}}\, d^{\frac{1}{34}}\, b^{\frac{1}{44}}$	27.1.9	27,0000	9,0000	1,4477772	$9s - 9{,}24876$
B	$d^{\frac{1}{11}}\, d^{\frac{1}{10}}\, b^{\frac{1}{20}}$	31.1.1	31,0000	1,0000	1,4847144	
ou	$d^{\frac{1}{73}}\, d^{\frac{1}{67}}\, b^{\frac{1}{137}}$	70.2.1	35,0000	0,5000	1,8390327	

Classification des formes de la calcite, d'après les rhomboèdres sur les arêtes desquels elles constituent des biseaux.

Soit $P(hkl)$ le pôle de la face génératrice d'un scalénoèdre direct ($h < 2k$). En le joignant (fig. 64) par un arc de grand cercle à d^1 (210), on obtient en 1 un rhomboèdre direct : $(2k - h)\ (2k - h)\ l$, dont la face hkl peut être considérée comme une modification de la forme $d^{\frac{m}{n}}$. La face inférieure-antérieure de droite du rhomboèdre cité étant : $(2k - h)\ 0\ \bar{l}$, d'après un principe démontré page 174, on doit avoir :

$$m \left\{(2k - h)\ (2k - h)\ l\right\} + n \left\{(2k - h)\ 0\bar{l}\right\} = hkl;$$

on tire de là :

$$\frac{m}{n} = \frac{k}{h - k}$$

c'est-à-dire que :

$$hkl = d^{\frac{k}{h-k}} \text{ du rhomboèdre } (2k - h)\ (2k - h)\ l. \quad (1)$$

En joignant hkl à d^1 (120), on obtient en 2 le rhomboèdre direct $(2h - k)\ (2h - k)\ l$, sur les arêtes b duquel hkl forme un biseau. La face adjacente à la face citée, suivant l'arête b de droite étant $0\ (\overline{2h - k})\ l$, si $b^{\frac{m}{n}}$ est la notation demandée, on doit avoir :

$$m \left\{(2h - k)\ (2h - k)\ l\right\} + n \left\{0\ (\overline{2h - k})\ l\right\} = hkl;$$

d'où :

$$\frac{m}{n} = \frac{h}{h - k},$$

de sorte que :

$$hkl = \left(b^{\frac{h}{h-k}}\right)_{(2h-k)\,(2h-k)\,l} \quad (2)$$

En joignant enfin hkl à d^1 $(1\bar{1}0)$, on obtient en 3 le rhomboèdre inverse $(h + k)\,0\,l$, dont hkl représente une modification de la forme $b^{\frac{m}{n}}$ sur l'arête b antérieure. On trouve, comme précédemment, que :

$$hkl = \left(b^{\frac{h}{k}}\right)_{(h+k)\,0\,l}. \qquad (3)$$

Si le scalénoèdre était inverse $(h > 2k)$, le pôle P de sa face génératrice, au lieu de se trouver dans l'angle Aa^1x serait situé dans l'angle Ca^1x : par des constructions et des raisonnements analogues, on obtiendrait :

$$hkl = \left(d^{\frac{h-k}{k}}\right)_{(h-2k)\,0\,l}$$

$$hkl = \left(b^{\frac{h}{h-k}}\right)_{(2h-k)\,(2h-k)\,l}$$

$$hkl = \left(b^{\frac{h}{k}}\right)_{(h+k)\,0\,l}.$$

En appliquant ces formules aux différentes formes de la calcite, on trouve que, presque toutes, elles constituent des biseaux sur les arêtes de rhomboèdres connus. Ainsi :

$D = 641$ est le b^5 de $e^{\frac{17}{7}}$ (881),

$Q = 412$ est le d^3 de $e^{\frac{1}{2}}$, ou le b^4 de $e^{\frac{8}{7}}$ (502),

$R = 12.4.3$ est le d^2 de $e^{\frac{5}{7}}$ (403),

$N = 20.4.3$ est le b^5 de $e^{\frac{5}{3}}$ (801),

$n' = 12.1.1$ est le b^{12} de $e^{\frac{25}{14}}$ (13.0.1),

et ainsi de suite.

Voici le tableau général, dans lequel à côté de chaque rhomboèdre nous avons placé les formes que l'on peut en dériver par des biseaux placés sur ses arêtes :

Rhomboèdres.	Scalénoèdres formant des biseaux sur les arêtes du rhomboèdre
a^2 (114)	$e_4 = d^{\frac{5}{2}}_{a^2}$, $f_{23.12.4} = d^{\frac{12}{11}}_{a^2}$.
a^3 (225)	$e_5 = d^2$.
a^4 (112)	$u = d^{\frac{7}{4}}$.
p (111)	Série des $d^{\frac{m}{n}}_p$ et $b^{\frac{m}{n}}_p$.
e^6 (774)	$e_4 = b^{\frac{5}{2}}$.
e^4 (552)	$u = b^{\frac{11}{4}}$, $F = d^3$, $M_{17.11.2} = d^{\frac{11}{6}}$.
$e^{\frac{7}{2}}$ (331)	$\Phi = d^{\frac{17}{8}}$.
$e^{\frac{10}{3}}$ (13.13.4)	$\nu = b^{\frac{8}{5}}$ $v' = d^{\frac{19}{6}}$.
e^3 (441)	$\square = b^{\frac{5}{2}}$, $\alpha = b^2$, $\varkappa = b^{\frac{13}{7}}$, $\gamma = b^{\frac{5}{3}}$, $\pi' = b^{\frac{17}{11}}$, $\pi = b^{\frac{3}{2}}$, $\rho' = b^{\frac{10}{7}}$, $\rho = b^{\frac{7}{3}}$, $\omega = b^{\frac{4}{3}}$, $\Theta = b^{\frac{9}{7}}$, $h = b^{\frac{5}{4}}$, $T = b^{\frac{11}{9}}$, $T' = b^{\frac{13}{11}}$, $X = b^{\frac{25}{23}}$, $x' = d^7$, $x = d^5$, $v = d^3$, $C = d^{\frac{15}{7}}$, $y = d^2$, $y' = d^{\frac{17}{9}}$.
$e^{\frac{11}{4}}$ (551)	$c' = b^3$, $\theta = b^{\frac{5}{2}}$.
$e^{\frac{13}{5}}$ (661)	$x' = b^8$, $\xi = b^2$, $w = b^{\frac{7}{5}}$.
$e^{\frac{5}{2}}$ (771)	$x = b^6$, $\Gamma = b^2$, $\beta = b^{\frac{9}{5}}$, $N' = b^{\frac{5}{4}}$.
$e^{\frac{17}{7}}$ (881)	$D = b^3$, $\psi = b^{\frac{5}{3}}$, $l = b^{\frac{3}{2}}$, $e_{\frac{3}{7}} = b^{\frac{7}{5}}$.
$e^{\frac{7}{3}}$ (10.10.1)	$v = b^4$, $i' = b^{\frac{11}{4}}$, $\Delta = b^{\frac{13}{7}}$, $\Xi = d^{16}$.

Rhomboèdres.	Scalénoèdres formant des biseaux sur les arêtes du rhomboèdre
$e^{\frac{9}{4}}(13.13.1)$	$t = b^{\frac{23}{3}}, \lambda = b^{\frac{7}{6}}.$
$e^{\frac{11}{5}}(16.16.1)$	$U = b^{11}, y = b^{3}.$
$e^{\frac{19}{9}}(28.28.1)$	$U' = d^{\frac{33}{5}}.$
b^{1} (102)	$\sigma = d^{\frac{5}{2}}, \nu = d^{\frac{5}{3}}, \tau = d^{\frac{8}{3}}, \beta = d^{\frac{5}{4}}, \odot = d^{\frac{11}{9}},$ $\varphi = d^{\frac{6}{5}}, \Delta = d^{\frac{7}{6}}.$
$e^{\frac{1}{5}}(203)$	$\beta' = d^{\frac{4}{3}}.$
$e^{\frac{1}{3}}(405)$	$\chi = d^{\frac{7}{3}}.$
$e^{\frac{1}{2}}(101)$	$\Lambda = d^{\frac{7}{2}}, Q = d^{3}, \theta = d^{2}, \varepsilon = d^{\frac{8}{5}}, \psi = d^{\frac{3}{2}}.$
$e^{\frac{3}{5}}(807)$	$A = b^{11}, \Lambda' = d^{4}, \omega = d^{3}, \Upsilon_{18.5.7} = d^{\frac{13}{5}}.$
$e^{\frac{7}{11}}(605)$	$Q' = d^{4}.$
$e^{\frac{2}{3}}(504)$	$o = d^{\frac{11}{2}}, o' = d^{\frac{14}{3}}, R' = d^{2}, \psi'_{21.8.4} = d^{\frac{13}{8}}.$
$e^{\frac{5}{7}}(403)$	$h = d^{4}, R = d^{2}.$
$e^{\frac{4}{5}}(302)$	$\sigma = b^{\frac{7}{2}}, T' = d^{\frac{11}{2}}, w = d^{\frac{5}{2}}.$
e^{1} (201)	$e_{\frac{9}{8}} = b^{17}, e_{\frac{5}{4}} = b^{9}, e_{\frac{4}{3}} = b^{7}, e_{\frac{7}{5}} = b^{6}, e_{\frac{3}{2}} = b^{5},$ $e_{\frac{5}{3}} = b^{4}, e_{\frac{7}{4}} = b^{\frac{11}{3}}, e_{\frac{9}{5}} = b^{\frac{7}{2}}, e_{2} = b^{3}, e_{\frac{7}{3}} = b^{\frac{5}{2}},$

Rhomboèdres.	Scalénoèdres formant des biseaux sur les arêtes du rhomboèdre
	$e_{\frac{5}{2}} = b^{\frac{7}{5}}$, $e_3 = b^2$, $e_4 = b^{\frac{5}{3}}$, $e_5 = b^{\frac{3}{2}}$, $e_{\frac{2}{3}} = d^5$, $e_{\frac{3}{5}} = d^4$, $e_{\frac{6}{11}} = d^{\frac{17}{5}}$, $e_{\frac{1}{2}} = d^3$, $e_{\frac{3}{7}} = d^{\frac{5}{2}}$, $e_{\frac{2}{5}} = d^{\frac{7}{3}}$, $e_{\frac{1}{3}} = d^2$, $e_{\frac{1}{4}} = d^{\frac{5}{3}}$.
$e^{\frac{19}{17}}$(12.0.5)	$Q' = b^5$.
$e^{\frac{8}{7}}$(502)	$T' = b^{\frac{13}{2}}$, $Q = b^4$.
$e^{\frac{6}{5}}$(11.0.4)	$\nu = b^{\frac{8}{5}}$.
$e^{\frac{5}{4}}$(301)	$\tau = b^{\frac{13}{5}}$, $u = b^{\frac{11}{7}}$.
$e^{\frac{7}{5}}$(401)	$\theta = b^5$.
$e^{\frac{16}{11}}$(902)	$w = b^{\frac{7}{2}}$.
$e^{\frac{3}{2}}$(501)	$R' = b^5$, $\lambda = d^6$.
$e^{\frac{5}{3}}$(801)	$\mu = b^{\frac{25}{5}}$, $\lambda = b^7$, $N = b^5$, $\varphi = b^{\frac{11}{5}}$, $L = b^2$, $d = b^{\frac{171}{101}}$, $S^{IV} = b^{\frac{13}{8}}$, $S = b^{\frac{27}{17}}$, $S''' = b^{\frac{11}{7}}$, $S'' = b^{\frac{17}{11}}$, $S' = b^{\frac{29}{19}}$, $z = b^{\frac{3}{2}}$, $\Omega' = b^{\frac{37}{27}}$, $\Omega = b^{\frac{4}{3}}$, $n = d^9$, $b = d^{\frac{3}{2}}$.
$e^{\frac{17}{10}}$(901)	$\delta = b^2$.
$e^{\frac{19}{11}}$(10.0.1)	$x' = b^{\frac{8}{7}}$, $n' = d^{11}$.

Rhomboèdres.	Scalénoèdres formant des biseaux sur les arêtes du rhomboèdre
$e^{\frac{7}{4}}(11.0.1)$	$n = b^{10}$, $v'' = b^{\frac{51}{37}}$.
$e^{\frac{25}{14}}(13.0.1)$	$n' = b^{12}$.
$e^{\frac{9}{5}}(14.0.1)$	$M_{17.11.2} = b^{\frac{17}{11}}$, $v = b^{\frac{4}{5}}$.
$e^{\frac{11}{6}}(17.0.1)$	$\Pi_{19.15.2} = b^{\frac{19}{15}}$.

Scalénoèdres rapportés aux rhomboèdres résultant de la troncature de leurs arêtes culminantes.

La troncature de l'arête placée sur p d'un scalénoèdre hkl donne le rhomboèdre dont les trois faces adjacentes au sommet e latéral ont pour notation : $(h+k)\,(h+k)\,2l$, $0\,(\overline{h+k})\,2l$ et $(h+k)\,0.\,\overline{2l}$. En prenant ces faces respectivement pour plans des xz, zy et xy et en désignant par xyz la nouvelle notation de hkl, on doit avoir (page 174) :

$$x\left\{0\,(\overline{h+k})\,2l\right\} + y\left\{(h+k)\,(h+k)\,(2l)\right\} + z\left\{(h+k)\,0.\,\overline{2l}\right\} = hkl.$$

On tire de là : $x = \dfrac{h-k}{2\,(h+k)}$, $y = \dfrac{1}{2}$, $z = \dfrac{h-k}{2\,(h+k)}$.

Donc la notation de hkl, par rapport aux arêtes du rhomboèdre de troncature, sera :

$$d^{\frac{1}{h-k}}\, d^{\frac{1}{h+k}}\, b^{\frac{1}{h-k}} = e^{\frac{h+k}{h-k}}.$$

Ainsi :

$$hkl = e_{\frac{h+k}{h\ \ k}} \text{ du rhomboèdre } (h+k)\ (h+k)\ 2l. \quad (1)$$

En rapportant la forme hkl au rhomboèdre résultant de la troncature sur e^1 de ses arêtes culminantes, on obtient de même :

$$hkl = e_{\frac{2h-k}{k}} \text{ du rhomboèdre } (2h-k).\ 0.\ 2l. \quad (2)$$

En appliquant ces formules, on trouve par exemple que :

$$U = e_{\frac{6}{5}} \text{ de } e^{\frac{5}{3}}\ (801),\quad x' = e_{13} \text{ de } e^{\frac{11}{4}}\ (551) = e_{\frac{9}{7}} \text{ de } e^{\frac{5}{4}}\ (301),$$

$$x = e_{\frac{7}{5}} \text{ de } e^{\frac{4}{3}}\ (702),\quad L = e_3 \text{ de } e^3\ (441) \text{ ou de } e^{\frac{7}{5}}\ (401),$$

$$N = e_{\frac{3}{2}} \text{ de } e^3,\qquad d^2 = e_3 \text{ de } e^4\ (552) = e_2 \text{ de } e^1\ (201), \text{etc.}$$

Parmi les formes non classées dans les tableaux des pages 371-373, il y en a quatre dont on peut fixer la posi- en les rapportant à l'un des rhomboèdres de troncature; ce sont :

$$I = e_{\frac{15}{8}} \text{ de } e^{\frac{7}{2}}\ (331),\qquad K = e_{\frac{9}{8}} \text{ de } e^{\frac{19}{8}}\ (991),$$

$$G = e_3 \text{ de } e^{\frac{13}{5}}\ (661),\qquad m' = e_8 \text{ de } e^{\frac{5}{7}}\ (403).$$

$$\eta = e_{\frac{3}{2}} \text{ de } e^{\frac{13}{5}}\ (661) = e_9 \text{ de } e^{\frac{17}{10}}\ (901).$$

Restent non classées : q, H, Ψ, c, c'', i, V, P, a, v''', Θ', m, θ', Γ', B.

Formules pour passer de la notation d'une face rapportée à deux axes binaires et à l'axe ternaire à celle de la même face rapportée aux arêtes du rhomboèdre de clivage.

$k+l>2h$ Modifications de l'angle a.	$k+l=2h$ Mod. des arêtes b.	$k+l<2h$		
		$h+l<2k$ Modific. de l'angle e antérieur	$h+l=2k$ Mod. des arêtes d	$h+l>2k$ Modific. de l'angle e latéral
$hkl=b^{\frac{1}{k+l-2h}}\,b^{\frac{1}{h+l-2k}}\,b^{\frac{1}{h+k+l}}$	$hkl=b^{\frac{h}{h-k}}$	$hkl=d^{\frac{1}{2h-k-l}}\,d^{\frac{1}{2k-h-l}}\,b^{\frac{1}{h+k+l}}$	$hkl=d^{\frac{k}{h-k}}$	$hkl=d^{\frac{1}{h+l-2k}}\,d^{\frac{1}{h+k+l}}\,b^{\frac{1}{2h-k-l}}$
Exemples.	$9.7.11=b^{\frac{9}{2}}$	$16.14.3=d^{\frac{1}{5}}\,d^{\frac{1}{3}}\,b^{\frac{1}{11}}$	$14.11.8=d^{\frac{11}{3}}$	$20.9.4=d^{\frac{1}{2}}\,d^{\frac{1}{11}}\,b^{\frac{1}{9}}$

Cas particuliers :

Rhomb. directs.					
$h < l$	$h = l$	$h > l$	$2h < l$	$2h = l$	$2h > l$
$hhl = a^{\frac{2h+l}{l-h}}$	$111 = p$	$hhl = e^{\frac{2h+l}{h-l}}$	$l0l = a^{\frac{l-2h}{l+h}}$	$102 = b^1$	$h0l = e^{\frac{2h-l}{h+l}}$
Exemples : $447 = a^5$		$992 = e^{\frac{20}{7}}$	$104 = a^{\frac{2}{5}}$		$962 = e^{\frac{16}{11}}$

2° Isoscéloèdres ($h = 2k$).

$$hkl = d^{\frac{1}{3k+l}}\, d^{\frac{1}{l}}\, b^{\frac{1}{3k-l}}. \text{ Exemple : } 16.8.3 = d^{\frac{1}{9}}\, d^1\, b^{\frac{1}{7}}.$$

3° Faces appartenant à la zone : pd^1_{110} ($h + k = 2l$).

$$hkl = d^{\frac{1}{h+k}}\, d^{\frac{1}{h-k}}\, b^{\frac{1}{h-k}} = e_{\frac{h+k}{h-k}}. \text{ Exemple : } 11.3.7 = e_{\frac{7}{4}}.$$

4° Face appartenant à la zone : $e^1 d^1_{210}$ ($h = 2(k + l)$).

$$hkl = d^{\frac{1}{h-2k}}\, d^{\frac{1}{h}}\, b^{\frac{1}{h}} = e_{\frac{h-2k}{h}}. \text{ Exemple : } 14.4.3 = e_{\frac{3}{7}}.$$

5° Prismes.

$$hk0 = d^{\frac{1}{2h-k}}\, d^{\frac{1}{2k-h}}\, b^{\frac{1}{h+k}}. \text{ Exemple : } 320 = d^{\frac{1}{4}}\, d^1\, b^{\frac{1}{5}}.$$

Formules pour passer de la notation d'une face rapportée à deux axes binaires et à l'axe ternaire à celle de la même face rapportée aux arêtes du rhomboèdre de clivage.

$k+l>2h$ Modifications de l'angle a.	$k+l=2h$ Mod. des arêtes b.	$k+l<2h$		
		$h+l<2k$ Modific. de l'angle e antérieur	$h+l=2k$ Mod. des arêtes d	$h+l>2k$ Modific. de l'angle e latéral
$hkl=b^{\frac{1}{k+l-2h}}\,b^{\frac{1}{h+l-2k}}\,b^{\frac{1}{h+k+l}}$	$hkl=b^{\frac{h}{h-k}}$	$hkl=d^{\frac{1}{2h-k-l}}\,d^{\frac{1}{2k-h-l}}\,b^{\frac{1}{h+k+l}}$	$hkl=d^{\frac{k}{h-k}}$	$hkl=d^{\frac{1}{h+l-2k}}\,d^{\frac{1}{h+k+l}}\,b^{\frac{1}{2h-k-l}}$
Exemples.	$9.7.11=b^{\frac{9}{2}}$	$16.14.3=d^{\frac{1}{5}}\,d^{\frac{1}{3}}\,b^{\frac{1}{11}}$	$14.11.8=d^{\frac{11}{3}}$	$20.9.4=d^{\frac{1}{2}}\,d^{\frac{1}{11}}\,b^{\frac{1}{9}}$

Cas particuliers :

hhl. Rhomb. directs.			$h0l$. Rhomb. inverses.		
$h<l$	$h=l$	$h>l$	$2h<l$	$2h=l$	$2h>l$
$hhl=a^{\frac{2h+l}{l-h}}$	$111=p$	$hhl=e^{\frac{2h+l}{h-l}}$	$l0l=a^{\frac{l-2h}{l+h}}$	$102=b^{4}$	$h0l=e^{\frac{2h-l}{h+l}}$
Exemples : $447=a^{5}$		$992=e^{\frac{20}{7}}$	$104=a^{\frac{2}{5}}$		$902=e^{\frac{16}{11}}$

2° Isoscéloèdres ($h=2k$).

$hkl=d^{\frac{1}{3k+l}}\,d^{\frac{1}{l}}\,b^{\frac{1}{3k-l}}$. Exemple : $16.8.3=d^{\frac{1}{9}}\,d^{1}\,b^{\frac{1}{7}}$.

3° Faces appartenant à la zone : $pd^{1}_{\bar{1}10}$ ($h+k=2l$).

$hkl=d^{\frac{1}{h+k}}\,d^{\frac{1}{h-k}}\,b^{\frac{1}{h-k}}=e_{\frac{h+k}{h-k}}$. Exemple : $11.3.7=e_{\frac{7}{4}}$.

4° Face appartenant à la zone : $e^{1}d^{1}_{210}$ ($h=2(k+l)$).

$hkl=d^{\frac{1}{h-2k}}\,d^{\frac{1}{h}}\,b^{\frac{1}{h}}=e_{\frac{h-2k}{h}}$. Exemple : $14.4.3=e_{\frac{3}{7}}$.

5° Prismes.

$hk0=d^{\frac{1}{2h-k}}\,d^{\frac{1}{2k-h}}\,b^{\frac{1}{h+k}}$. Exemple : $320=d^{\frac{1}{4}}\,d^{1}\,b^{\frac{1}{5}}$.

Formules pour passer de la notation d'une face rapportée aux arêtes du rhomboèdre de clivage à la notation de la même face rapportée à deux axes binaires et à l'axe ternaire.

1° $b^{\frac{1}{m}} b^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}}$ $(m > n > p) = (m - p)(m - n)(m + n + p)$

2° $d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}}$ $(m > n)$.

$m + n < p$.	$m + n = p$ (Prismes).	$m + n > p$	$m - p = 2n$ (Isoscéloèdres)
$d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}} = (m+p)(n+p)(p-m-n)$	$d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}} = (m+p)(n+p)\,0$	$d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}} = (m+p)(m-n)(m+n-p)$	$d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}} = 2(m-n).(m-n).3n$
Exemples : $d^{\frac{1}{2}} d^{1} b^{\frac{1}{4}} = 651$	$d^{\frac{1}{4}} d^{1} b^{\frac{1}{5}} = 320$	$d^{\frac{1}{19}} d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{17}} = 12.4.3$	$d^{\frac{1}{5}} d^{1} b^{\frac{1}{5}} = 843$

3° $b^{\frac{m}{n}} = m(m - n)(m + n)$. Ex. : $b^{\frac{17}{5}} = 17.14.20$.

4° $d^{\frac{m}{n}} = (m + n)\, m\, (m - n)$. Ex. : $d^{5} = 654$.

5° $e_{\frac{m}{n}}$

$\frac{m}{n} > 1$ $\quad e_{\frac{m}{n}} = (m + n)(m - n)\, m.$ $\quad$ Ex. : $e_{\frac{5}{3}} = 825$

$\frac{m}{n} < 1$ $\quad e_{\frac{m}{n}} = 2n\,(n - m)\, m.$ $\quad$ Ex. : $e_{\frac{3}{5}} = 14.4.3$

$a^{\frac{m}{n}}$		$e^{\frac{m}{n}}$	
$\frac{m}{n} > 1$	$\frac{m}{n} < 1$	$\frac{m}{n} > 2$	$\frac{m}{n} < 2$
$a^{\frac{m}{n}} = (m-n)(m-n)(m+2n)$	$a^{\frac{m}{n}} = (n-m)\,0\,(m+2n)$	$e^{\frac{m}{n}} = (m+n)(m+n)(m-2n)$	$e^{\frac{m}{n}} = (m+n)\,0\,(2n-m)$
Exemples : $a^7 = 223$	$a^{\frac{2}{5}} = 104$	$e^{\frac{17}{7}} = 881$	$e^{\frac{5}{5}} = 801$

Remarque. — Les formules précédentes donnent la notation de la face génératrice de la forme considérée, c'est-à-dire de celle des deux faces antérieures-supérieures, qui est placée à droite du spectateur. Si l'on s'avance de cette face, désignée par F^1, vers la droite du cristal, et que l'on désigne par F^2, F^3, etc., les faces que l'on rencontre successivement, les 6 faces supérieures d'un scalénoèdre seront données par les formules :

(1). $F^1 = hkl$, $F^2 = (h-k)\overline{k}l$, $F^3 = \overline{h-k}.\overline{h}.l$, $F^4 = \overline{h}.\overline{h-k}.l$, $F^5 = \overline{k}(h-k)l$. $F^6 = khl$.

Les 6 faces inférieures adjacentes aux précédentes suivant les arêtes latérales d, ont pour notation :

$$F_1 = h(h-k)\overline{l},\quad F_2 = k(\overline{h-k})\overline{l},\quad F_3 = \overline{k}\overline{h}\overline{l},\quad F_4 = \overline{h}\overline{k}\overline{l},\quad F_5 = \overline{h-k}.k.\overline{l},\quad F_6 = (h-k)h\overline{l}.$$

Formules pour passer de la notation d'une face rapportée aux arêtes du rhomboèdre de clivage à la notation de la même face rapportée à deux axes binaires et à l'axe ternaire.

1° $b^{\frac{1}{m}} b^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}}$ $(m > n > p) = (m - p)(m - n)(m + n + p)$

2° $d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}}$ $(m > n)$.

$m + n < p$.	$m + n = p$ (Prismes).	$m + n > p$	$m - p = 2n$ (Isoscéloèdres)
$d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}} = (m+p)(n+p)(p-m-n)$	$d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}} = (m+p)(n+p)0$	$d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}} = (m+p)(m-n)(m+n-p)$	$d^{\frac{1}{m}} d^{\frac{1}{n}} b^{\frac{1}{p}} = 2(m-n).(m-n).3n$
Exemples : $d^{\frac{1}{2}} d^{\frac{1}{1}} b^{\frac{1}{4}} = 651$	$d^{\frac{1}{4}} d^{\frac{1}{1}} b^{\frac{1}{5}} = 320$	$d^{\frac{1}{19}} d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{17}} = 12.4.3$	$d^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{1}} b^{\frac{1}{5}} = 843$

3° $b^{\frac{m}{n}} = m(m - n)(m + n)$. Ex. : $b^{\frac{17}{5}} = 17.14.20$.

4° $d^{\frac{m}{n}} = (m + n)\, m\, (m - n)$. Ex. : $d^{\frac{5}{3}} = 654$.

5° $e_{\frac{m}{n}}$

$\frac{m}{n} > 1$ $\quad e_{\frac{m}{n}} = (m + n)(m - n)\, m.$ $\quad$ Ex. : $e_{\frac{5}{3}} = 825$

$\frac{m}{n} < 1$

$a^{\frac{m}{n}}$		$e^{\frac{m}{n}}$	
$\frac{m}{n} > 1$	$\frac{m}{n} < 1$	$\frac{m}{n} > 2$	$\frac{m}{n} < 2$
$a^{\frac{m}{n}} = (m-n)(m-n)(m+2n)$	$a^{\frac{m}{n}} = (n-m)0(m+2n)$	$e^{\frac{m}{n}} = (m+n)(m+n)(m-2n)$	$e^{\frac{m}{n}} = (m+n)0(2n-m)$
Exemples : $a^{7} = 223$	$a^{\frac{2}{5}} = 104$	$e^{\frac{17}{7}} = 881$	$e^{\frac{5}{3}} = 801$

Remarque. — Les formules précédentes donnent la notation de la face génératrice de la forme considérée, c'est-à-dire de celle des deux faces antérieures-supérieures, qui est placée à droite du spectateur. Si l'on s'avance de cette face, désignée par F^1, vers la droite du cristal, et que l'on désigne par F^2, F^3, etc., les faces que l'on rencontre successivement, les 6 faces supérieures d'un scalénoèdre seront données par les formules :

(1). $\quad F^1 = hkl, \quad F^2 = (h-k)\overline{k}l, \quad F^3 = \overline{h-k}.\overline{h}.l, \quad F^4 = \overline{h}.\overline{h-k}.l, \quad F^5 = \overline{k}(h-k)l. \quad F^6 = khl.$

Les 6 faces inférieures adjacentes aux précédentes suivant les arêtes latérales d, ont pour notation :

$$F_1 = h(h-k)\overline{l}, \quad F_2 = k(\overline{h-k})\overline{l}, \quad F_3 = \overline{k}\overline{h}\overline{l}, \quad F_4 = \overline{h}\overline{k}\overline{l}, \quad F_5 = \overline{h-k}.k.\overline{l}, \quad F_6 = (h-k)h\overline{l}.$$

Détermination d'un cristal de calcite. Emploi des tables des modules.

Les problèmes nécessaires pour la détermination d'un cristal de calcite peuvent se ramener à deux.

Problème 1.

Calculer l'angle de deux faces hkl, $h'k'l'$.

Ce problème se résout par l'emploi de la formule :

$$(2) \qquad \cos\varphi = \frac{hh' + kk' - \frac{1}{2}(hk' + kh') + sll'}{MM'},$$

dans laquelle M et M' sont les modules des formes considérées, modules dont les logarithmes sont donnés dans les tables précédentes. Cette formule se simplifie lorsqu'il s'agit du calcul des angles dièdres d'un scalénoèdre hkl : si φ, ψ, χ représentent respectivement les angles dièdres sur p, sur e^1 et sur d^1, on a :

$$(3) \qquad \begin{aligned} \sin\frac{\varphi}{2} &= \frac{(h-k)\sin 60^\circ}{M} \\ \sin\frac{\psi}{2} &= \frac{k\sin 60^\circ}{M} \\ \cos\frac{\chi}{2} &= \frac{h\sin 60^\circ}{M} \end{aligned}$$

1re Application. — Calculer l'angle $v^2\Omega_1$:

$$\left(v = d^{\frac{1}{3}} d^1 b^{\frac{1}{5}},\ \Omega = d^{\frac{1}{14}} d^{\frac{1}{3}} b^{\frac{1}{21}}\right).$$

On a : $v = 861$, $\Omega = 32.24.7$; puis les formules (1) de la page 379 donnent :

$v^2 = 2\overline{6}1$, $\Omega_1 = 32.8.\overline{7}$.

$$\cos\varphi = \frac{104 - 7s}{MM'} = \frac{96{,}80652}{MM'}$$

log. Num. =	1,9859046	*log. M* =	0,8622511
log. Dén. =	2,3350726	*log. M'* =	1,4728215
log. cos φ =	9,650 320		2,3350726

$\varphi = 63°24'50'',5.$

2de Application. — Calculer les angles dièdres du scalénoèdre :

$$N = d^{\frac{1}{9}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{11}} = 20.4.3.$$

Les formules (3) donnent :

$$\sin\frac{\varphi}{2} = \frac{16 \sin 60°}{M}, \quad \sin\frac{\psi}{2} = \frac{4 \sin 60°}{M}, \quad \cos\frac{\chi}{2} = \frac{20 \sin 60°}{M}$$

log.sin 60° =	9,9375306		8,6684645
log. M =	1,2690661	*log.* 16 =	1,2041200
	8,6684645	*log.sin* $\frac{\varphi}{2}$ =	9,8725845
		$\frac{\varphi}{2}$ =	48°13'20'',2
		φ =	96°26'40''

	8,6684645		8,6684645
log. 4 =	0,6020600	*log.* 20 =	1,3010300
log.sin $\frac{\psi}{2}$ =	9,2705245	*log. cos* $\frac{\chi}{2}$ =	9,9694945
$\frac{\psi}{2}$ =	10°44'41''	$\frac{\chi}{2}$ =	21°13'28'',4
ψ =	21°29'22''	χ =	42°26'57''

Problème 2.

Étant donnés les angles α, β, γ que fait une face inconnue avec trois faces connues, chercher sa notation.

Ce problème a été résolu page 175 ; en voici une application numérique.

Soit à déterminer un scalénoèdre X donné (fig. 65) par les incidences suivantes :

XX sur $p = \alpha = 39°43'$ (47'. 37. 46. 43).

$Xp^{(111)}_{\text{clivage}} = \beta = 36°32'$ (32'. 32. 33).

$Xd^2_{321\,\text{adj.}} = \gamma = 7°36' \begin{cases} \text{d'un côté } 7°33' \text{ (37'. 31. 30. 33. 34).} \\ \text{de l'autre } 7°40' \text{ (42'. 40. 39. 43. 35).} \end{cases}$

On a, en outre, mesuré :

$Xe^{\overline{5}}_{\overline{5}\,804} = 39°25'$ (25'. 26. 23).

$X\Phi_{25.17.5} = 6°5'$ (5'. 11. $\overline{7}$. 6. 12).

Les formules (3) et (2) de la page 380 donnent :

$$\sin\frac{\alpha}{2} = \frac{(x-y)\sin 60°}{M} \quad (a)$$

$$\cos\beta = \frac{x+y+2sz}{2Mm} \quad (b)$$

$$\cos\gamma = \frac{4x+y+2sz}{2Mm'} \quad (c)$$

M, m et m' sont respectivement les modules de la face inconnue, de p et de d^2.

En divisant (b) par (a), puis (c) par (a), on obtient les équations :

$$\frac{x+y+2sz}{x-y} = \frac{2\sin 60°}{\sin\frac{\alpha}{2}}\, m\cos\beta = k, \quad (1-k)x+(1+k)y+2sz=0$$

$$\frac{4x+y+2sz}{x-y} = \frac{2\sin 60°}{\sin\frac{\alpha}{2}}\, m'\cos\gamma = k', \quad (4-k')x+(1+k')y+2sz=0.$$

De ces équations on tire : $\begin{cases} \dfrac{x}{y} = \dfrac{k'-k}{k'-k-3} \\ \dfrac{z}{y} = \dfrac{5k-2k'+3}{2s\,(k'-k-3)} \end{cases}$

Calcul de k et de k'

$$\begin{aligned} log.\ 2 &= 0{,}3010300 \\ log.sin\ 60^\circ &= 9{,}9375306 \\ \hline & \quad 10{,}2385606 \\ log.\ sin\ \frac{\alpha}{2} &= 9{,}5310900 \\ \hline & \quad 0{,}7074706 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} log.\ (^1)\ m &= 0{,}1534954 \\ log.\ cos\ \beta &= 9{,}9049916 \\ & \quad 0{,}7074706 \\ \hline log.\ k &= 0{,}7659576 \\ k &= 5{,}83388 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} log.\ (^1)\ m' &= 0{,}4522939 \\ log.\ cos\ \gamma &= 9{,}9961681 \\ & \quad 0{,}7074706 \\ \hline log.\ k' &= 1{,}1559326 \\ k' &= 14{,}31966 \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{x}{y} &= \frac{8{,}48578}{5{,}48578} = 1{,}54687 \\ \frac{z}{y} &= \frac{1{,}76504}{s.5{,}48578} = 0{,}31309. \end{aligned} \right.$$

En se reportant au tableau des rapports des caractéristiques, dans lequel les valeurs de $\frac{h}{k}$ sont rangées par ordre de grandeur, on trouve (page 358) que le scalénoèdre inconnu est $S'' = d^{\frac{1}{15}}\ d^1\ b^{\frac{1}{21}} = 34.22.7$, pour lequel $\frac{h}{k} = 1{,}5455$, $\frac{l}{k} = 0{,}3182$. C'est une des formes trouvées à Rhisnes formant biseau sur les arêtes b de l'isoscéloèdre L.

Vérifions à présent la notation obtenue en comparant les incidences mesurées aux angles calculés pour $S'' = 34.22.7$, comme il est dit dans le problème 1.

(1) Voir pages 350 et 358.

ANGLES.	CALCULÉS.	MESURÉS.
$S''S''$ sur p	39°34′,5	39°43′
$S''p_{111}$	36°23′	36°32′
$S''d^{2}_{321}$	7°41′,5	7°36′
$S''e^{\frac{5}{3}}_{801}$	39°26′	39°25′
$S''\Phi_{25.17.5}$	5°54′,5	6°5′

La concordance est très satisfaisante.

Si les rapports des caractéristiques obtenus par le calcul s'éloignent considérablement de tous ceux qui sont consignés dans les tables précédentes, c'est que la forme considérée est nouvelle. Dans ce cas, on développera les valeurs de $\frac{x}{y}$ et $\frac{z}{y}$ en fraction continue, on prendra pour valeurs de ces rapports des réduites plus ou moins approchées, suivant le degré d'exactitude des mesures; puis, après avoir trouvé le module de la nouvelle forme, on calculera, à l'aide de celui-ci, les angles qui ont servi de point de départ, pour voir si la concordance est suffisante. Le tableau des rapports des caractéristiques indique déjà, à peu près, la région dans laquelle se trouve le pôle de la nouvelle face; mais, pour avoir une idée plus exacte de la position de ce pôle, il vaut mieux le porter sur la projection stéréographique, ce que l'on peut faire rapidement en le déterminant par

sa longitude φ et sa latitude λ; φ est l'angle que le grand cercle vertical passant par le pôle considéré fait avec le grand cercle vertical passant par e^2 (110); λ est l'arc du grand cercle vertical passant par le pôle considéré, compris entre ce pôle et l'équateur $e^2 d^1$. Ces angles peuvent se calculer par les formules :

$$tg.\ \varphi = tg.\ 60^\circ \frac{h-k}{h+k}$$

$$tg.\ \lambda = C.\ \frac{l}{h}\ sin\ (60^\circ + \varphi).$$

C est un coefficient numérique donné, pour la calcite, par $log.\ C = 0{,}0683899$. En prenant alors (fig. 64) $AD = \varphi$ et joignant Da^1, on obtient en DD' la projection du méridien passant par le pôle considéré. En rabattant ce méridien autour de DD' sur l'équateur, l'œil vient en O; en prenant $DB = \lambda$ et joignant OB, on obtient en P la projection du pôle considéré.

Les détails donnés dans ces dernières pages, rendront nos tables utiles même aux personnes peu habituées à ce genre de détermination.

Liége, 15 Décembre 1888.

FIGURES.

2. L
3. Dérivation des formes de la calcite en partant de l'isoscéloèdre L.
4. Dérivation des formes de la calcite du rhomboèdre e^3.
5. $Sd^2\Phi e^2 e^{\frac{7}{3}} p$.
6. $Ld^2 S$.
7. $LS''c''$. Assemblage double.
8. $d^2 Le^3 \Omega e^{\frac{4}{3}} pe^{\frac{1}{2}}$.
9. $d^2 d^{\frac{8}{3}} \Omega \Phi e^2 e^{\frac{5}{2}}$. Ass. triple.
10. $Ldd^2 e^2 e^3 p$ hém. a^1.
11. Position relative des pôles des faces de forme $b^{\frac{m}{n}}_L$.
13. $LS'c''\Psi$.
14. $Lc\Psi$.
15. $d^2 pLle^{\frac{7}{3}} Me^2$ hém. a^1.
16. $Ld^2 e^2 \Phi$.
17. $Ld^2 e^2 e^3 \Phi$.
18. $Ld^2 \wp \Phi$.
19. $Lpe^2 e^3 d^2 \Phi$.
20. $Le^1 Re^{\frac{4}{3}}$.
21. $Sd^2 Ce^{\frac{4}{3}} e^2$ formé aut^r de Ld^2.
22. $d^2 LF$.
23. $Ld^2 F$.
24. $d^2 LiIpe^{\frac{1}{2}} e^1$.
25. $d^2 LI$.
26. $Ld^2 d^{\frac{3}{2}} Ii$.
27. $d^2 e^2 e^{\frac{19}{9}} e^3 v''$.
28. $e^3 e^2 d^2 v''$. Ass. double.
29. $e^2 e^3 d^2 v'' b^x$.
29bis. $Ld^2 e^2$.
30. $Ld^2 e^2 d^1$.
31. $La^1 pe^{\frac{1}{2}}$.
32. $Lpa^1 b^1$.
33. $Ld^2 e^2 e^3$.
34. $Lpa^1 d^2 \omega$.
35. $(Ld^2)(Le^3 e^2 d^2)(e^2 e^3 pd^2 e^1)$. Assemblage triple.
36. $Lpa^1 d^2 e^2 e^3 \Phi$.
37. $Ld^2 e^2 e^3$ hém. a^1.
38. $Ld^2 d^{\frac{3}{2}}$ hém. a^1.
39. $Ld^{\frac{3}{2}} d^2 e^2 e^3$. Doubl. hém. a^1.
40. Ld^2 hém. e^2.
41. Lp hém. e^2.
42. Lp hém. a^1 et $Ld^2 e^2 \Phi$ hém. a^1 joints par plan d'hém. par. à e^2.
44. Formation du dépôt sur $Le^3 e^2 d^2 \Phi$.

45. Formation du dépôt sur $Le^2d^2\Phi$.
46. Formation de la face Φ.
47. $L\Phi e^2d^2 li$ hém. a^1 terminé par $d^2e^2e^5\Phi$.
48. Montre comment le dépôt tend à augm. Φ aux dépens de L.
49. $Sd^2\Phi p\overset{1}{\overline{e^2}}e^1\overset{4}{\overline{e^5}}$ formé autour de Ld^2.
50. Cristaux $S\overset{7}{\overline{e^5}}y$ formés autour de $(L)(Ld^2p)$.
51. Cristal montrant à l'intér. le cristal de 1re formation.
52. $(VPe^1)(Le_5\underset{5}{\overline{e_5}})(e^2d^2\rho\overset{1}{\overline{e^2}}b^1)$.
53. $T''e^1\underset{4}{\overline{e_7}}$.
54. Crist. montrant les trois formations successives (L) $(S'e^5)$ $(e^2e^5d^2...)$.
55. $d^2e^5pb^5vy'e^2...$
56. $e^5d^2pe^2SLvy'\overset{7}{\overline{e^5}}$.
57. $\overset{17}{\overline{e^7}}e^5pb^5\overset{9}{\overline{e^5}}d^2F\overset{5}{\overline{d^5}}d^2Lvy'$.
58. $e^5d^2pb\overset{17}{\overline{5}}\overset{7}{\overline{e^5}}\overset{11}{\overline{e^6}}\Omega vy'L$.
59. $d^2e^5\overset{11}{\overline{e^5}}Lvv'F$.
60. $d^2pb^5e^5\overset{7}{\overline{e^5}}vv'L$.
61. $d^2pb^5Lz\Omega'e^5vv'\overset{8}{\overline{d^5}}$.
62. $e^5d^2pvy'UL$.
63. $d^2e^2\alpha\xi$ hém. b^1.
65. $S'd^2pe^2\overset{5}{\overline{e^5}}\Phi$.

Modes de projection employés.

— Proj. oblique sur $d' = 210$, avec $tg.\ \alpha = \frac{1}{4}$, $\beta = 90°$ (1).
Fig. 2. 3. 6. 8. 9. 10. 13. 15. 16. 17. 21. 22. 24. 25. 28. 29bis. 30. 31. 32. 33. 34. 38. 41. 52.

— Project. oblique; projetante quelconque.
Fig. 7. 14. 20. 50.

— Projection orthog. sur d^1.
Fig. 35. 40. 63.

— Proj. orth. sur $e^2 = 110$.
Fig. 5. 18. 23. 26. 27. 29. 36. 37. 39. 42. 44. 45. 46. 47. 48. 51. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 61. 62. 65.

— Proj. orth. sur $e^2 = 100$.
Fig. 4. 49. 53.

(1) Il paraîtra prochainement une note explicative sur une nouvelle méthode très simple employée pour la construction de ces figures. Le plan du tableau est $d^1 = 210$ et la projetante, située dans un plan de profil, fait avec le tableau un angle donné par $tg.\ \varphi = \frac{4}{\sqrt{3}}$, c'est-à-dire $\varphi = 66°35'$.

β et α sont les angles que font avec la ligne de terre les projections des axes des x et des y (voir page 168).

INDEX.

Pages.

Avant-propos 165
Notations employées . . 168
Moyen de calcul 175
Cristaux du 1er gisement . 177
Formes provenant d'un biseau placé sur les arêtes b de l'isoscéloèdre L. . 179
Cristaux portant :
$z = d^{\frac{1}{9}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{15}}$. . 180
$S = d^{\frac{1}{21}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{33}}$. . 181
$S'' = d^{\frac{1}{11}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{18}}$. . 191
$S' = d^{\frac{1}{15}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{21}}$. . 192
$S''' = d^{\frac{1}{17}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{27}}$. . 194
$S^{\text{IV}} = d^{\frac{1}{41}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{63}}$. . 195
$\Omega = d^{\frac{1}{11}}\, d^{\frac{1}{3}}\, b^{\frac{1}{21}}$. . 195
$\Omega' = d^{\frac{1}{13}}\, d^{\frac{1}{3}}\, b^{\frac{1}{24}}$. . 196
$d = d^{\frac{1}{102}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{69}}$. . 200
$e^{\frac{17}{10}}, e^{\frac{6}{11}}, e^{\frac{15}{7}}$. . 188
Faces par lesquelles se terminent les cristaux Lz, LS', LS'' 205
Cristaux portant :
$c = d^{\frac{1}{36}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{63}}$. . 206

Pages.

Cristaux portant :
$c' = d^{\frac{1}{16}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{29}}$. . 209
$c'' = d^{\frac{1}{13}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{30}}$. . 210
$\Psi = d^{\frac{1}{25}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{41}}$. . 212
Formes provenant d'un biseau placé sur les arêtes B de l'isoscéloèdre L . 215
Cristaux portant :
$l = d^{\frac{1}{37}}\, d^{\frac{1}{13}}\, b^{\frac{1}{55}}$. . 216
$e^{\frac{3}{7}}$ 217
Formes appartenant à la zone $L_{16\,8,3}\, L_{8.16,\frac{3}{}}$. . . 220
Cristaux portant :
$\Phi = d^{\frac{1}{10}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{15}}$. . 220
$R = d^{\frac{1}{19}}\, d^{\frac{1}{7}}\, b^{\frac{1}{17}}$. . 222
Formes provenant d'un biseau placé sur les arêtes d du rhomboèdre e^{3} . . 225
Cristaux portant :
$y = d^{\frac{1}{3}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{7}}$. . 226
$C = d^{\frac{1}{9}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{13}}$. . 227
$v = d^{\frac{1}{3}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{5}}$. . 228
$x' = d^{\frac{1}{5}}\, d^{\frac{1}{3}}\, b^{\frac{1}{11}}$. . 229

Pages.

Formes provenant d'un biseau placé sur les arêtes d du rhomboèdre e^1. . . 230
Cristaux portant :
$F = d^{\frac{1}{7}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{13}}$. . 231
$M = d^{\frac{1}{7}}\, d^{1}\, b^{\frac{1}{10}}$. . 233
Faces appartenant à la zone $p_{111}\, L_{16.8.\overline{3}}$. 235
Cristaux portant :
$I = d^{\frac{1}{18}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{33}}$. . 235
$i = d^{\frac{1}{18}}\, d^{\frac{1}{2}}\, b^{\frac{1}{27}}$. . 238
$v'' = d^{\frac{1}{19}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{32}}$. . 240
$A = d^{\frac{1}{15}}\, d^{\frac{1}{13}}\, b^{\frac{1}{7}}$. . 243
Quelques combinaisons remarquables 245
Assemblages à axes parallèles 247
" d'un isoscéloèdre et d'un scalénoèdre. 248
" triples 249
" à angle rentrant entre e^3 et e^2 . . 250
Cristaux hémitropes . . 252
Plan d'hémitropie a^1 . . 252
" Hémit. simple. 252
" " double. 253
Plan d'hémitropie e^2 . . 254
Plans " a^1 et e^2. 254
Plan " e^1 . . 255
" " b^1 . . 258

Pages.

Plan de strie 259
Loi de génération des cristaux de 2me formation. 260
Cristaux du second gisement (45,46,47,48,49,50). 271
N° 45 272
Cristaux portant e_3, $e_{\frac{5}{3}}$,
$V = d^{\frac{1}{31}} d^{\frac{1}{28}} b^{\frac{1}{33}}$, $P = d^{\frac{1}{37}} d^{\frac{1}{34}} b^{\frac{1}{44}}$. 272
Cristaux port. $T' = d^{\frac{1}{7}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{6}}$. 279
Remarque sur les faces de la forme $e_{\frac{m}{n}}$ 282
N° 46 284
N° 47 285
N° 48 285
N° 49 286
Cristaux port. $y' = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{15}}$. 294
" " $v' = d^{\frac{1}{9}}\, d^{\frac{1}{5}}\, b^{\frac{1}{16}}$. 298
" " $U' = d^{\frac{1}{14}} d^{\frac{1}{9}}\, b^{\frac{1}{24}}$. 304
" " $U = d^{\frac{1}{15}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{29}}$. 305
Cristaux hémitropes du N° 49 308
Plan d'hémitropie e^2 . . 308
" " b^1 . . 309
N° 50 309
Appendice aux cristaux du second gisement . . 310
Cristaux port. $h = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{7}}\, b^{\frac{1}{9}}$. 311
Cristaux du marbre noir . 312

Pages.

Tableau des formes simples de la calcite de Rhisnes. 317

Tableau des combinaisons de formes présentées par la calcite de Rhisnes. . 319

Appendice 325

Calcite d'Andreasberg. . 328

Formes $v''' = d^{\frac{1}{33}} d^{\frac{1}{12}} b^{\frac{1}{58}}$. . 330

" $\psi' = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{10}}$. . 331

" $n' = d^{\frac{1}{14}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{22}}$. . 331

" $K = d^{\frac{1}{19}} d^{\frac{1}{16}} b^{\frac{1}{32}}$. . 332

" $\Lambda' = d^{\frac{1}{23}} d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{17}}$. . 332

" $h = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{9}}$. . 332

" $Q' = d^{\frac{1}{17}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{13}}$. . 332

" $m = d^{\frac{1}{20}} d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{13}}$. . 333

" $m' = d^{\frac{1}{17}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{10}}$. . 334

" $\beta' = d^{\frac{1}{23}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{19}}$. . 334

" $R' = d^{\frac{1}{8}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{7}}$. . 334

" $b = d^{\frac{1}{19}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{21}}$. . 335

" $\Theta' = d^{\frac{1}{22}} d^{\frac{1}{13}} b^{\frac{1}{17}}$. . 335

" $o' = d^{\frac{1}{48}} d^{\frac{1}{33}} b^{\frac{1}{57}}$. . 336

" $\theta' = d^{\frac{1}{20}} d^{\frac{1}{8}} b^{\frac{1}{17}}$. . 336

Pages.

Formes $\xi' = d^{\frac{1}{26}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{19}}$. . 337

" $\Gamma' = d^{\frac{1}{23}} d^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{20}}$. . 338

" $k' = d^{\frac{1}{13}} d^{1} b^{\frac{1}{14}}$. . 339

Calcite de Blaton. . . . 339

Formes $e_{\frac{3}{7}}$ 340

" $c' = d^{\frac{1}{16}} d^{1} b^{\frac{1}{29}}$ . . 341

" $a = d^{\frac{1}{26}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{49}}$ . . 341

" $\pi' = d^{\frac{1}{10}} d^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{7}}$ . . 341

" $\rho' = d^{\frac{1}{23}} d^{\frac{1}{11}} b^{\frac{1}{17}}$ . . 341

Formes d'autres localités :

$u = d^{\frac{1}{8}} d^{1} b^{\frac{1}{5}}$ . . 343

$N' = d^{\frac{1}{17}} d^{\frac{1}{10}} b^{\frac{1}{18}}$. . 343

$\Psi' = d^{\frac{1}{25}} d^{\frac{1}{4}} b^{\frac{1}{41}}$. . 343

$H = d^{\frac{1}{61}} d^{1} b^{\frac{1}{27}}$. . 343

$\odot = d^{\frac{1}{11}} d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{9}}$. . 343

$\Upsilon = d^{\frac{1}{10}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{8}}$. . 344

$f = d^{\frac{1}{13}} d^{1} b^{\frac{1}{10}}$. . 344

$\Pi = d^{\frac{1}{7}} d^{\frac{1}{5}} b^{\frac{1}{12}}$. . 347

$B = d^{\frac{1}{73}} d^{\frac{1}{67}} b^{\frac{1}{137}}$. 347

Tableau des différentes formes de la calcite, des rapports de leurs caractéristiques et des logarithmes de leur modules. 349

Pages.

Classification des formes de la calcite, d'après les rhomboèdres sur les arêtes desquels elles constituent des biseaux. 369

Scalénoèdres rapportés aux rhomboèdres résultant de la troncature de leurs arêtes culminantes. 374

Formules pour passer de la notation d'une face rapportée à deux axes binaires et à l'axe ternaire à celle de la même face rapportée aux arêtes du rhomboèdre de clivage 376

Formules pour passer de la notation d'une face rapportée aux arêtes du rhomboèdre de clivage à la notation de la même face rapportée à deux axes binaires et à l'axe ternaire 378

Détermination d'un cristal de calcite. Exemples de l'emploi des tables des modules 380

Table des figures. . . . 387

ERRATA.

Page.	Ligne.	Au lieu de	Lisez.
	dernière	348	349
184	8	$7^{\frac{1}{8}}$	$7\frac{1}{8}$
261	23	Φ	Φ_1
"	27	Φ	Φ_1
289	5	357	358

NOTE

SUR LES

ROCHES CRISTALLINES

RECUEILLIES DANS LES

DÉPÔTS DE TRANSPORT

SITUÉS DANS LA PARTIE MÉRIDIONALE

DU LIMBOURG HOLLANDAIS

PAR

ALPH. ERENS.

Développement du dépôt de transport. — La partie méridionale du Limbourg hollandais est pour ainsi dire ensevelie sous une balastière gigantesque unique.

Il y a des communes qui exploitent quatre gravières et même plus. La seule commune de Wittem en possède une dizaine.

Pour donner une idée du développement des dépôts de transport, il suffit de faire remarquer que nous avons observé quatorze communes ([1]), dans les cantons de Heerlen, Galoppe et Meersen, qui possèdent à elles seules plus de soixante ballastières, et que le nombre total des gravières exploitées doit s'élever à plus de cent quarante.

Ce n'est pas dans les vallées seules qu'on trouve ces

([1]) Nous avons remarqué dans les environs d'Amby 4 ballastières ; de Berg et Terblyt, 5 ; de Galoppe, 5 ; de Heerlen, 6 ; de Kerkrade, 2 ; de Klimmen, 2 ; de Margraten, 4 ; de Meersen, 4 ; de Simpelveld, 4 ; de Slenaken, 3; d' Ubach, 3 ; de Vaals, 3 ; de Voerendaal, 2 ; de Wittem, 10 ; de Wylré, 3.

masses de transport : on les trouve aux points les plus élevés du pays. La cime par exemple du Yzerheide, dont la hauteur atteint 240 mètres, n'est formée, à sa partie supérieure, que de gravier et de cailloux roulés. La puissance de ces amas de roches varie beaucoup, souvent même à des distances relativement insignifiantes. Tantôt elle atteint à peine quelques décimètres, tantôt elle va jusqu'à 20 mètres, comme c'est le cas dans la ballastière de Elsloo.

Rapport stratigraphique du dépôt avec d'autres terrains. — Sauf sur des points très élevés, le diluvium caillouteux est toujours recouvert par du limon dont la couche varie en épaisseur. La partie inférieure de cette couche de limon contient généralement des parties du dépôt caillouteux sous-jacent. Ce dépôt sous-jacent repose par sa base en règle générale sur du sable gris micacé, mi-fin, qui est souvent coloré par l'oxyde de fer.

C'est ordinairement du sable tongrien supérieur ou inférieur.

Dans la gravière de Gemeenheide lez-Fauquemont, ce sable semble être du sable de l'étage supérieur t^2, du système tongrien. En effet, on observe à la partie supérieure de ce sable fin assez blanc, ou gris blanc, à paillettes de mica, une couche d'argile vert bleuâtre qui atteint 2 décimètres.

D'autre part, on observe à peu de distance de Gemeenheide à Heek, dans un chemin qui mène de ce village à Hulsberg, du tongrien supérieur. Sous le dépôt caillouteux on y remarque une couche d'argile verdâtre, d'une épaisseur de $0^m,2$ à $0^m,4$, reposant sur du sable mi-fin blanc micacé. Ce sable contient à sa base une mince couche de cailloux fortement roulés, d'une grosseur d'un œuf de pigeon, qui les sépare d'un sable mi-fin également micacé. Dans la partie supérieure, y comprise la couche

séparative caillouteuse, j'ai recueilli les fossiles suivants :

Cerithium elegans, Desh.
Cerithium plicatum, Lmk.
Hydrobia Duchastelli, Nyst.
Melania inflata, Nyst.
Natica hantoniensis, Sow.
Corbula triangula, Duchast.
Limopsis Goldfussi, Nyst.
Astarte Henckeliusiana, Nyst.
Pectunculus pulvinatus, Lmk.
Pecten Hoeninghausi, Defr.
Cytherea Kickxii, Nyst.
Cardita Omaliana, Nyst.
Cyrena semistriata, Desh.

Si l'on examine le sable qu'on trouve sous les cailloux roulés dans les gravières des alentours de Maestricht, on verra que ce sable semble être surtout du tongrien inférieur. M. Ubaghs a recueilli les fossiles suivants dans les sables de la ballastière de Smeermaas, qui se trouvent immédiatement en dessous du gravier et qui par le courant sont plus ou moins mêlés au gravier (1) :

Ostrea ventilabrum, Goldf.
Ostrea Queteleti, *sp.*, Nyst.
Cardita latisulcata, Nyst.
Arca sulcicostata, Nyst.
Pectunculus lunatus, Nyst.

Dans une des plus belles ballastières de notre province située sur la rive droite de la Meuse près de la commune d'Elsloo, on trouve également du sable sous la masse caillouteuse. Ce sable présente cependant d'autres carac-

(1) Ces fossiles se retrouvent aussi dans le gravier sableux inférieur.

tères minéralogiques que le sable tongrien. Il est gris vert, glauconieux, à concrétions ferrugineuses. Le sable glauconieux assez gros ressemble au sable diestien.

Il y a encore un sable d'une autre nature qui sert de base à la masse caillouteuse dans beaucoup de nos gravières.

La bande sableuse qui s'étend sous le gravier, à partir de Klimmen par Ubaghsberg, Spekholzerheide, Kerkrade, Rolduc, Merkstein, Palenberg, Scheverheide, Schinnen, Hoensbroek et sur la bruyère de Heerlen, est le représentant du boldérien dans notre Duché.

C'est du sable à lignite 0_4 de la carte de M. Dewalque.

Les dépôts de transport ne reposent pas toujours sur des sables. Sur les hauts plateaux ils reposent généralement sur la craie maestrichtienne ou sénonienne.

Un exemple qui montre bien la stratification, la nature et le développement du dépôt erratique nous est fourni par la belle gravière de Gemeenheide lez-Fauquemont. (Voyez planche XIII.)

En voici la coupe :

1° La partie supérieure est une mince couche de limon et de terre végétale dans laquelle sont disséminés de nombreux cailloux.

2° Au-dessous de ce limon on observe des cailloux fortement remaniés en sens différent. Cette couche de cailloux est d'une épaisseur fort variable et atteint au maximum 1 mètre.

3° Au-dessous de ces cailloux on a une couche de 2 mètres de gravier fin quartzeux (quartz blanc) qui passe à un sable gris jaunâtre, anguleux.

4° Ensuite vient une couche d'argile sableuse qui sépare le sable cité des cailloux et du gravier sous-jacent.

5° On passe alors à la division qu'on pourrait nommer

la partie à gros éléments. Cette cinquième division est généralement la mieux développée.

6° Enfin, on remarque du sable grisâtre remanié qui alterne parfois avec des couches de cailloux et qui repose sur du sable à lentilles d'argile ou sur une couche d'argile.

La puissance de ce gravier est de 14 mètres.

Caractères minéralogiques du dépôt.

Si l'on examine la nature et la composition de nos dépôts graveleux, on est amené à diviser nos ballastières en trois catégories nettement distinctes l'une de l'autre.

La première catégorie embrasse les dépôts moséens, dont la plus grande partie est formée par des roches qu'on rencontre sur le parcours de la Meuse.

C'est, à notre avis, le seul dépôt quaternaire.

La seconde catégorie embrasse les dépôts crétacés, formés par les produits de la décomposition des couches supérieures de la craie sénonienne. Ils sont donc en place sur la craie sénonienne, dont les parties les plus décomposables par les agents météoriques ont été enlevées par les eaux [1].

Une troisième catégorie représente un dépôt quartzeux, composé de galets de quartz fortement roulés de couleur blanche, noire ou bleuâtre. Le volume de ces galets atteint généralement la grosseur d'un œuf de pigeon et exceptionnellement la grosseur pugillaire. On trouve ce dépôt aux points les plus élevés du pays, par exemple à Ubagsberg. Il recouvre généralement le sable à lignite, à moins que celui-ci ne soit enlevé.

[1] Voyez : *Beobachtungen ueber die chemische und mechanische Zersetzung der Kreide Limburg's*, par C. Ubaghs. Louvain, 1859.

D'autrefois il repose sur le calcaire de Kunrade. Ce dépôt de quartz fortement arrondi atteint à peine 20 à 40 centimètres.

Exceptionnellement cependant, par exemple à Hulst près de Simpelveld, ce dépôt est plus développé, non par le nombre des galets oviformes, mais par le sable enlevé et par les silex crétacés gris et noirs arrachés surtout au massif maestrichtien des environs de Kunrade, dont on ne voit plus aujourd'hui que quelques petits lambeaux isolés. Nous inclinons à croire que ce dépôt est un reste des couches séparatives de cailloux entre les étages tertiaires dont les sables ont été enlevés.

Nous n'y avons pas trouvé un seul galet d'une provenance moséenne indubitable. En outre, nous avons trouvé des cailloux de même nature, de même forme et de même volume en couches séparatives entre les sables bien développés non loin des gravières de Hulst. Enfin, les galets de quartz oviformes ressemblent beaucoup aux galets quartzeux fortement arrondis, que l'on observe ordinairement entre les différents étages des sables tertiaires, et on doit donc peut-être penser à une dénudation par les eaux diluviennes d'un terrain sableux préexistant, dont on n'observe guère plus que les cailloux roulés de la base. Bref, c'est un mélange de galets tertiaires et quaternaires.

Les dépôts d'origine moséenne s'observent surtout dans les vallées et sur les plateaux d'une hauteur moyenne. Cette notion topographique leur est propre, à tel point qu'on peut souvent dire à priori, se fondant sur la hauteur relative que le dépôt occupe, si l'on est, oui ou non, en présence du diluvium de la Meuse. Un exemple frappant nous est fourni par les ballastières de Simpelveld, situées non loin de ce village, des deux côtés de la grande route qui mène à Heerlen. On peut y observer le

diluvium caillouteux de la Meuse dans toute son évidence.

Mais si l'on suit le chemin ascendant vers Hulst, on observe un dépôt caillouteux tout différent du premier et on remarque qu'à cette altitude toute trace d'un diluvium moséen a disparu, quoique la distance entre les deux dépôts soit insignifiante. Les dépôts moséens sont caractérisés par la nature minéralogique des galets qui s'y trouvent en si grande quantité. On y remarque la plupart des roches dures qu'on rencontre si l'on suit le cours de la Meuse à partir des Ardennes françaises jusqu'à Maestricht.

Parmi les roches les plus communes, appartenant à des terrains différents et provenant de contrées parfois très différentes, on peut citer :

A. *Roches tertiaires.*
1. Grès quartzeux oligocène.
2. Lignite.
3. Blocs de grès landénien, analogues aux gros blocs des gravières de Gelieren.

B. *Roches crétacées.*
1. Silex gris maestrichtien.
2. Silex corné et silex pyromaque sénoniens.
3. Grès crétacés.

C. *Roches primaires.*
1. Schiste, grès et psammite houillers.
2. Calcaire carbonifère de Visé, Namur, Dinant, Tournai, avec leurs phtanites de couleurs différentes.
3. Blocs siluriens de Dave, Huy et du Condroz.
4. Poudingue et grès de Burnot.
5. Psammite du Condroz.
6. Grès de Vireux et de Gedinne.
7. Calcaires dévoniens à polypiers.
8. Arkose de Fepin.
9. Phyllades vertes et violettes du massif de Rocroy.
10. Quartzites cambriens.

D. *Roches cristallines non communes.*	1. Porphyroïdes et porphyres. 2. Diorites et amphibolites. 3. Granites, granulites. 4. Pegmatites, syénites. 5. Gneiss et granites gneissiques. 6. Laves et ponce.

Roches tertiaires. — On observe souvent dans nos gravières des blocs assez volumineux de grès qui ressemblent beaucoup au grès que M. Delvaux a trouvé dans les ballastières de Gelieren, près de Genck, dans la Campine limbourgeoise (¹).

Ce grès blanc quartzeux appartient-il à l'étage landenien supérieur, ou bien au grès oligocène de Merkstein ou enfin à l'étage inférieur du sénonien, c'est-à-dire au grès d'Aix-la-Chapelle ? Disons franchement qu'il nous est impossible de les distinguer les uns des autres. Le bloc le plus colossal que nous ayons trouvé en entier dans nos gravières est un bloc de ce grès blanc. Il se trouve dans une des gravières de la bruyère de Reymerstok, non loin du château de Galoppe. Ce bloc énorme mesure 4,5 à 5 mètres en longueur sur 3 environ en largeur. Il est fort épais et se trouve encore enfoncé avec un bout dans le gravier. On a évalué le poids de cet énorme bloc de grès à 15,000 kilogr. Cette masse de grès blanc de forme subanguleuse sans stries glaciaires visibles pourrait bien être apportée par la glace flottante; elle pourrait aussi être considérée comme appartenant aux sables oligocènes à gros rognons de grès semblables à ceux qu'on exploite à Merkstein dans la vallée de la Worm. Cet étage oligocène a donc pu recouvrir autrefois

(¹) Description des blocs colossaux de grès blanc provenant de l'étage landenien supérieur signalés par l'auteur dès 1867, en différents points de la Campine limbourgeoise, par E. Delvaux. Ann. Soc. géol., Liége, 1887, p. 14.

le plateau de Galoppe et être détruit par la dénudation. Ce bloc de Reymerstok serait alors un reste de cet étage et présenterait un fait analogue à celui que l'on observe à Fontainebleau [1].

Ce que l'on trouve encore fréquemment dans nos gravières, c'est un autre produit de l'étage oligocène-boldérien, c'est le lignite. Des grès, qui ont beaucoup d'analogie avec celui que nous venons de mentionner, se trouvent encore en d'autres endroits. Sur le plateau de Spekholzerheide, tout près de la dernière ferme, sur le versant vers Kerkrade, on trouve un bloc de grès blanc, quartzeux, anguleux, mesurant 1^{m},40 en longueur sur 1^{m},15 en largeur et 0^{m},75 en épaisseur. Un bloc semblable mais deux fois plus volumineux se trouve encore dans un talus à taillis près de Wahlwyler à gauche de la grande route de Maestricth à Aix-la-Chapelle. Nous rapportons ce grès à celui qu'on exploite à Merkstein, non loin de Herzogenrath. Le sable est singulièrement développé en cet endroit et entoure les grès, qu'on y exploite comme pierre de construction. Ce sable oligocène est un sable à lignite et l'équivalent probable de

[1] Nous inclinons à croire que ce bloc énorme de grès a été déposé à Reymerstok par les glaces flottantes. Des cinq ballastières exploitées dans la bruyère de Reymerstok, quatre sont à dépôt moséen, enfermant à côté des grès blancs, des poudingues de Burnot en gros blocs et surtout un quartzite veiné de quartz blanc, de 3 mètres de long sur 2 mètres de large, ainsi que d'autres roches moséennes de moindre volume. La cinquième gravière, située tout près des quatre autres, est de composition tout à fait différente. C'est un dépôt crétacé, ne renfermant que des silex de la craie décomposée sur place. Le diluvium de la Meuse s'y arrête net, car les montagnes lui barrent le chemin. Ainsi, le gros bloc de grès, de même que le bloc énorme de quartzite, qui doit peser plusieurs centaines de kilogr., ont dû se déposer en cet endroit, où l'on ne trouve pas de sable oligocène et où le dépôt moséen repose directement sur la craie sénonienne. A côté du bloc colossal de grès blanc, j'ai trouvé un autre grès identique qui mesurait 1 mètre 35 en longueur sur 1 mètre environ en largeur. Ce grès renfermait en outre des tubes cylindriques ou coniques, ramifiés, dans lesquels on observe des restes de bois, probablement des racines pétrifiées.

nos sables boldériens. Ce sable passe par Klimmen, Ubagsberg, Spekholzerheide, Kerkrade et Rolduo, (Herzogenrath), puis par Merkstein, où il est le mieux développé, et se prolonge vers Eygelshoven, où il contient une couche de lignite de 2 mètres d'épaisseur [1], puis se prolonge dans la direction de Palenberg, Scheverheide, Schinnen, Hoensbroek et enfin sur la bruyère de Heerlen.

Nous avons vu que les roches tertiaires de nature différente sont assez rares dans nos gravières. Ce qui supplée un peu à cette pauvreté relative, c'est la présence des restes fossiles de nombreux animaux vertébrés, cénozoïques et quaternaires qu'on trouve dans beaucoup de nos dépôts caillouteux. Nous ferons suivre ici une liste des fossiles qui ont été trouvés dans les ballastières de Fauquemont (Gemeenheide), Wylré, Galoppe et dans les environs de Maestricht (Caberg et Smeermaas). Surtout la dernière gravière a fourni une masse de fossiles, et il y a quelques mois à peine que le Musée royal de Bruxelles a fait l'acquisition d'une magnifique défense de mammouth, qu'on avait trouvée à Smeermaas.

En 1823, on a trouvé à Caberg du mammouth seul, six défenses, cinq molaires, une partie du fémur et du tibia, un bassin, cinq vertèbres, deux mâchoires inférieures et deux omoplates.

La plus grande partie de ces ossements est conservée aux musées de Leiden et de Haarlem.

D'autres ossements sont conservés au musée Ubaghs à Maestricht et dans la collection du Gymnasium de cette ville.

En dehors des restes de mammouth ou *Elephas*

[1] L'épaisseur de cette couche de lignite doit augmenter de plus en plus. Le creusement d'un puits a récemment montré que, près d'une ferme non loin d'Eygelshoven, ce lignite avait une épaisseur de 12 à 15 mètres.

primigenius (Blum.) on a encore trouvé dans les gravières citées plus haut les restes des vertébrés suivants :

Rhinoceros tichorinus.
Bos taurus (L.)
Bos primigenius (Cuv.)
Cervus elaphus (L.)
Cervus tarandus (L.)
Sus scropha (L.)
Capra.
Canis familiaris (L.)
Equus caballus (L.)

Roches crétacées. — Les massifs crétacés du Limbourg ont eu une large part dans la formation des dépôts de transport du Limbourg méridional. Dans toutes nos gravières, quelle que soit la nature de leur dépôt, on trouve toujours des silex crétacés et souvent des grès crétacés en nombre plus ou moins considérable. Comparées avec le reste du dépôt diluvien, ces roches crétacées sont tantôt réduites à de petites proportions, tantôt elles forment la grande masse des sédiments caillouteux, et donnent au dépôt un cachet particulier. Le silex crétacé et surtout la variété cornée (*Hornstein* du Dr Debey) se trouvent en très grande quantité dans la partie sud-est de notre province. Nous pouvons observer ces restes de la décomposition de la craie sénonienne dans les environs de Aubel (Clous). De là il passe par Sinnich, Heyenrath, Galoppe, Vaals, en se prolongeant jusque dans les environs d'Aix-la-Chapelle. On l'observe encore répandu sur tout le plateau d'Epen, Margraten, Banholt, dans la direction de Fauquemont, sur la rive droite de la Geul entre Strucht et Galoppe. Les observations paléontologiques, topographiques et minéralogiques semblent prouver que la plupart de ces silex proviennent de la

partie supérieure du massif sénonien de nos contrées (1).

Quant au silex pyromaque noir, il se trouve encore fréquemment dans les dépôts moséens. Il n'est jamais abondant. Les silex gris sont surtout dans les gravières de Hees situées à 2 ou 3 kilomètres de Heerlen. Ils proviennent très probablement de Kunrade qui n'est pas loin de là. Le sénonien de Kunrade n'est recouvert du maestrichtien que par quelques petits lambeaux isolés. Le reste a été enlevé par les eaux diluviennes qui ont déposé le silex dans les vastes ballastières de Hees. Il est rare de rencontrer des silex crétacés quaternaires en masses très volumineuses.

Cependant, on peut observer un gros bloc de silex gris sur le plateau de la montagne de St-Pierre, non loin de Maestricht, entre la ruine de Lichtenberg et le château de Castert. Ce silex mesure à peu près 3 mètres en longueur sur 2 en largeur et 0,5 mètre à 0,75 mètre en épaisseur.

Les couches crétacées s'inclinant vers le Nord, il est bien vraisemblable que ce silex provient de l'étage à silex gris qui affleurait autrefois au Midi. Ce silex étant subanguleux, il est bien probable qu'il soit échoué sur le plateau de la montagne de St-Pierre par des glaces flottantes de dimensions considérables.

Voici la liste des espèces fossiles trouvées dans les débris quaternaires (2).

(1) Staring : *De Bodem van Nederland* et Ubaghs : *Beobachtungen über die Zersetzung der Kreide Limburg's.*

(2) Ces fossiles proviennent des dépôts de transport d'origine moséenne exploités à Maestricht, Smeermaas, Fauquemont, Rothem, Wylré et Galoppe. Nous devons un certain nombre de ces fossiles aux recherches de notre infatigable collègue M. Ubaghs, qui a bien voulu nous les communiquer.

GENRES, ESPÈCES.	AUTEURS.	ABONDANCE OU RARETÉ.
I. *Végétaux :*		
Bois fossile ?		
Cupressinoxylum Ucranicum ?	Goep.	R (1)
II. *Foraminifères :*		
Nodosaria Zippeï	Reuss	R
Dentalina communis	d'Orb.	R
Cristellarina rotula	»	R
Silicifiés: Rosalina dans le silex noir		C (1)
Silicifiés: Rotalia » » »		C
Silicifiés: Xanthidium furcatum		R
Silicifiés: Peridium spec ? »		R
Silicifiés: Spongolithis » »		C
Textularia globosa	Ehrenb.	R
» conula	Reuss	R
Polymorpha lacryma	Reuss	R
Guttulina elliptica	»	R
III. *Spongiaires :*		
Siphonia globula	Phill.	R
IV. *Bryozoaires :*		
Eschara sp. ?		R

(1) R = rare, C = commun.

GENRES, ESPÈCES.	AUTEURS.	ABONDANCE OU RARETÉ.
Cellepora sp ?		R
Melicertites Meudonensis ?	d'Orb.	R
Escharites gracilis	v. Hag.	R
Escharites distans	v. Hag.	R
Idmonea sp.		R
Mesenteripora sp		R
V. *Anthozoaires :*		
Parasmilia centralis, silex gris	Edw.etHaim	R
Thamnastræa geometrica, banc dur du tuffeau	»	R
Turbinolia sp.		R
Turbinolia excavata ?	v. Hag.	R
Trochosmilia Faujasi	Edw.etHaim	R
Aplosastrea geminata	Goldf.	C
Stephanocaenia angulosa	d'Orb.	R
Damnastrea sp.		R
Diploctenium plumum	Goldf.	R
VI. *Annélides :*		
Serpula gordialis, silex corné	v. Schloth.	R
Serpula erecta »	Goldf.	R
VII. *Echinides :*		
Hemipneustes striato-radiatus, silex gris et silex corné	d'Orb.	C

GENRES, ESPÈCES.	AUTEURS.	ABONDANCE OU RARETÉ.
Echinocorys vulgaris, var. ovata, silex corné	Breyn	C
Echinocorys vulgaris, var. conoïdea, silex noir et corné	Goldf.	R
Cardiaster ananchytes, silex corné	d'Orb.	C
Micraster cor-anguinum »	Ag.	C
Cardiaster minor »	Cotteau	R
Cardiaster judicatus »	Schluter	R
Micraster glyphus »	»	R
Micraster lacunosus »	Ag.	R
Holaster granulosus »	Goldf.	R
Holaster suborbicularis »	»	R
Catopygus pyriformis » et sil. gris	Ag.	C
Catopygus fenestratus »	»	R
Micraster amygdala »	»	R
Nucleolites sp. ? »		R
Nucleolites oblongus ? »	d'Orb.	R
Pyrina ovulum »	Ag.	R
Rhynchopygus Marmini »	»	R
Cassidulus lapis cancri, silex gris	»	C
Hemiaster prunella, silex corné et silex gris	Des.	C
Hemiaster Koninckianus, silex corné	d'Orb.	C
Goniophorus pentagonalis »	Muller	C
Salenia geometrica »	Ag.	R
Cidaris sceptrifera »	Mantell	R

GENRES, ESPÈCES.	AUTEURS.	ABONDANCE OU RARETÉ.
Cidaris Faujasi, silex corné	Des.	R
Faujasia apicalis, »	d'Orb.	R
Cyphosoma spatuliferum, silex corné	Forb.	C
Bourgueticrinus ellipticus »	d'Orb.	R
Pentacrinus Agassizi »	v. Hag.	R
Pentagonaster quinquelobus »	Goldf. sp.	R
VIII. *Rudistes :*		
Radiolites sp.		R
IX. *Lamellibranches :*		
Ostrea vesicularis, craie marneuse	Lmk.	R
» vesicularis var. minor, silex gris	Bosq.	C
» sulcata	Blum.	R
» lateralis, silex corné	Nils.	C
» laciniata »	Goldf.	R
» hippopodium	Nils.	R
» canaliculata	d'Orb.	R
» serrata	Defr.	R
» larva	Goldf.	R
» semiplana	Sow.	R
» haliotidea	»	R
Cyprina sp ?		R
Spondylus lineatus	Goldf.	R

GENRES, ESPÈCES.	AUTEURS.	ABONDANCE OU RARETÉ.
Cytherea ovalis, silex gris	Goldf. sp.	R
Cyprimeria faba ?	Sow. sp.	R
Cardium tubuliferum, silex corné	Goldf.	R
Cardium sp. »		R
Mytilus ornatus »	v. Munst.	R
Lima tecta »	Goldf.	R
Lima muricata »	»	R
Lithodomus faba ? »	Muller	R
Vola quadricostata »	Sow. sp.	R
Vola striatocostata »	Goldf. sp.	R
Pecten decemcostatus »	v. Munst.	R
» pulchellus »	Nils.	C
» sp. »		R
» laevis »	»	R
» membranaceus »	»	R
» quinquecostatus	Sow.	R
» tricostatus	Muller	R
» laminosus	Mantell	R
» divaricatus	Reuss	R
» Nilssoni	Goldf.	R
» arcuatus	»	R
Gastrochaena amphisbaena, silex gris	»	R
Gastrochaena voracissima	Muller	R

GENRES, ESPÈCES.	AUTEURS.	ABONDANCE OU RARETÉ.
Nucula ovata, fragments durs silicifiés du tuffeau.	Nils.	R
Ces fragments contenaient encore :		
Venus ?		
Lucina		
Avicula Beisseli	Muller	R
Avicula pectinoïdes	Reuss	R
Trigonia limbata	d'Orb.	R
Lima semisulcata	Desh.	R
Crassatella Bosquetiana	d'Orb.	R
Inoceramus sp.		R
Ostrea cymbium, Lias	Lmk	R
» carinata ? Oxfordien ?	»	R
X. *Brachiopodes :*		
Terebratula carnea, silex corné	Sow.	C
» semiglobosa, silex corné	»	R
Rhynchonella limbata »	v. Schloth.	C
» plicatilis »	Sow. sp.	R
» sp.		R
Crania Ignabergensis	Retz.	R
Magas pumilus	Sow.	R
XI. *Gastéropodes :*		
Pharetrium fragile, silex gris	Kön.	C

GENRES, ESPÈCES.	AUTEURS.	ABONDANCE OU RARETÉ.
Acmaea laevigata, silex corné	Binck.	R
Turritella sp. »		C
Voluta deperdita »	Stol.	R
Dentalium Mosae	Bronn	C
Ancillaria cretacea	Müller	R
XII. *Céphalopodes :*		
Belemnitella mucronata	v. Schloth.	C
Baculites Faujasi	Lmk.	R
Nautilus Dekayi	Morton	R
Hamites cylindraceus	Defr.	R
XIII. *Crustacés :*		
Homarus Bredaï, silex corné	Bosq. sp.	R
Oncopareia heterodon »	Bosq.	R
Cytherella ovata	Roem. sp.	R
Bairdia subdeltoïdea	Munst. sp.	R
Scalpellum sp. (1)		R
Callianassa Faujasi	Desm.	R

(1) Pour les fossiles jurassiques, nous n'avons trouvé que fort peu d'échantillons plus ou moins déterminables. M. Delvaux, cependant, a été à même de déterminer une vingtaine de fossiles oxfordiens trouvés à Genk. Voyez : *Les anciens dépôts de transport de la Meuse*, p. 104-105, Ann. Soc. géol. Belg., 1887.

Roches des terrains primaires. — Les galets paléozoïques caractérisent les dépôts moséens. En général, on peut dire que les éléments rocheux du diluvium de la Meuse sont beaucoup plus volumineux que ceux que l'on trouve dans les dépôts à silex corné et ceux à galets de quartz oviformes.

Les gros blocs sont surtout des quartzites cambriens qu'on trouve en grand nombre. On rencontre des quartzites qui mesurent 3 mètres en longueur sur 0,6 à 2,6 mètres en largeur. On les trouve ou bien enfoncés dans le limon ou bien au fond des gravières.

Les mêmes notions topographiques s'appliquent aux phyllades verts. Par contre, les gros blocs de grès gedinnien ne se rencontrent que dans le limon à Amby et les environs de Rothem, tandis que les gros morceaux de poudingue de Burnot et l'arkose de Fépin se trouvent ordinairement au fond des ballastières. Les meilleurs endroits pour examiner ces blocs sont les environs de Fauquemont, Meersen et Amby. Pour donner une idée plus exacte de la composition lithologique de nos gravières formées par le diluvium de la Meuse, nous faisons suivre ici une liste de fossiles paléozoïques recueillis dans les roches primaires de transport [1].

[1] Nous avons eu l'avantage de trouver dans nos gravières un grand nombre de fossiles taunusiens, qui font monter le nombre des fossiles trouvés dans les dépôts de transport à plus de 190. Notre liste en renferme une vingtaine. Les autres sont ou bien indéterminables ou non encore déterminés. Nous rapportons le grès qui les renfermait, à un grès taunusien que l'on trouve entre Stromberg et Rheinböllen, dans le Bingerwald. Nous avons comparé nos échantillons avec ceux que M. Dumont a recueillis entre Stromberg et Rheinböllen (conservés au musée de Louvain), et nous sommes forcés de dire que les derniers sont d'une identité parfaite avec les nôtres. Ils sont également riches en fossiles et contiennent les mêmes espèces. De plus, tous les échantillons se font remarquer par leur couleur gris blanchâtre, à zones d'un rouge vineux.

GENRES, ESPÈCES.	AUTEURS.	ABONDANCE OU RARETÉ.
I. *Végétaux :*		
Stigmaria ficoïdes	Goep.	R
Sigillaria sp. ?		R
II. *Bryozoaires :*		
Fenestella ripisteria	Goldf.	R
III. *Anthozoaires :*		
Michelinia favosa	»	R
Harmodytes radians	Fischer	R
Cyathophyllum sp. ?		R
Sarcinula auletica	Goldf.	R
Syringopora sp.		R
Favosites polymorpha	Goldf. sp.	R
Porites subulata ?	Lonsdale	R
Amplexus coralloïdes	Sow.	R
Favosites sp. ?		R
IV. *Echinodermes (Crinoïdes) :*		
Poteriocrinus multiplex	Trautich	R
Actinocrinus sp. ?		R
Poteriocrinus sp. ?		R
V. *Brachiopodes :*		
Spirifer glaber (calc. de Visé)	Sow.	R

GENRES, ESPÈCES.	AUTEURS.	ABONDANCE OU RARETÉ.
Spirifer sp.		
» lineatus (calc. de Visé)	Mart.	R
» mosquensis (calc. de Tournai)	Vern.	R
» micropterus (grès taunusien)	Goldf.	R
» Beaujani »	Béclard	R
» nov. sp. taunusienne		R
Orthis sp. ?		
» circularis (grès taunusien)	Sow.	R
» nova species »		R
» provulvaria »	Maurer	R
Rynchonella sp. ?		
» daleidensis »	Roem.	R
Productus semireticulatus (calc. de Visé)	Mart.	R
Athyris undata (grès taunusien)	Defr.	R
Rensselaeria crassicosta (grès taunusien)	Koch.	R
Streptorhynchus umbraculum »	Schloth.	R
Terebratula sp. ?		
Strophomena Sedgwicki »	Arc. et Vern.	R
» sp. ? moule interne		
Leptaena laticosta ? »	Sow.	R
» plicata ? »	»	R
VI. *Lamellibranches* :		
Goniophora trapezoïdalis (grès taunusien)	Kayser	R

GENRES, ESPÈCES.	AUTEURS.	ABONDANCE OU RARETÉ.
Avicula lamellosa (grès taunusien)	Goldf.	R
» Pailletei »	Vern.	R
» sp ? »		
Pterinea costata »	Goldf.	R
VII. *Gastéropodes :*		
Euomphalus tuberculatus (calc. de Tournai)	De Kon.	R
VIII. *Ptéropodes :*		
Tentaculites grandis (grès taunusien)	Roem.	R
IX. *Céphalopodes :*		
Orthoceras lineale ?	De Kon.	R
X. *Crustacés :*		
Homalonotus crassicauda (grès taunusien)	Sandb.	R

Roches cristallines. — Dans nos recherches, nous avons attaché un intérêt tout particulier aux roches cristallines. Nous avons eu l'avantage de trouver des porphyroïdes de Mairus et de Laifour dans une quinzaine de nos gravières. Ce qui saute surtout aux yeux, c'est la forme externe des fragments et le nombre des échantillons, si on les compare au point de vue de la hauteur relative des endroits où ils se trouvent. Le premier bloc d'une dimension assez considérable (il avait 6 décimètres en longueur sur 5 en largeur) a été trouvé par nous dans

une ballastière d'Amby, sur la grande route entre Rothem et Amby. Ce porphyroïde (hyalophyre de Dumont) est une variété compacte, de forme externe subanguleuse, plus ou moins carrée. A mesure qu'on se dirige vers le Sud-Est, le nombre de ces roches et leur volume diminuent progressivement; leurs arêtes et leurs angles sont de plus en plus émoussés et l'on ne trouve plus à la fin que des fragments oviformes. Il y a plus : à mesure qu'on trouve les échantillons d'hyalophyre en des endroits de plus en plus élevés, en même temps qu'ils augmentent en nombre et en volume, on voit que leur forme devient de plus en plus anguleuse. C'est ainsi que nous avons trouvé dans les dépôts graveleux de Meersenerheide, situés à une distance approximative de deux kilomètres de la gravière d'Amby, un bloc de porphyroïde compacte qui mesurait mètre 0,74 en longueur sur mètre 0,63 en largeur. Ce bloc était plus anguleux que celui d'Amby. A mesure qu'on gravit le plateau, ce caractère s'accentue de plus en plus. Arrivé au village de Berg et en se dirigeant vers Maestricht, on ne tarde pas à trouver sur le versant du plateau les gravières du Rasberg, qui sont situées à plus de 70 mètres plus haut que celles d'Amby. Nous avons eu la satisfaction d'y observer des masses énormes de ces roches de Mairus. Dans un endroit déterminé du dépôt caillouteux, il y avait tant de blocs de porphyroïde qu'ils auraient suffi à remplir des wagons. Ces porphyroïdes étaient tous, sans aucune exception, des variétés tant soit peu schistoïdes. Les nombreux échantillons étaient de dimension considérable et se trouvaient les uns à côté des autres. Leurs arêtes étaient bien tranchantes, comme si le bloc venait d'être clivé. La macrostructure, les fissures de retrait et leur position dans la gravière semblaient indiquer que tous ces gros fragments si tranchants et cou-

verts d'une matière argilo-limoniteuse avaient appartenu à un même bloc de dimension gigantesque, qu'un énorme radeau de glace aurait apporté sur nos plateaux.

Tous les fragments se distinguaient par la présence d'une substance se rapprochant beaucoup du pinitoïde de Knop. C'est une matière phylliteuse, de couleur verte plus ou moins claire ou sombre, qui est grasse au toucher et happe à la langue. Elle est finement écailleuse et se trouve comme injectée dans le porphyroïde. L'essai microchimique, procédé Behrens, nous révélait le potassium, qui se dessinait très bien sous formes de cubes et d'octaèdres jaunes de chloroplatinate de potassium d'une grande netteté. Les agents météoriques, ayant une action énergique sur ces roches, ont fini par fragmenter ce bloc énorme. Cependant, on aurait pu reconstruire le bloc primitif, si les ouvriers ne s'étaient pas empressés de casser un bon nombre de ces fragments naturels.

L'inspection des fragments ne m'a montré aucune trace de stries. La fragmentation de gros blocs de porphyroïde par les agents atmosphériques dans les ballastières n'est pas un fait isolé, qui ne concerne que le seul bloc de la gravière du Rasberg. J'ai trouvé *in situ* à Fauquemont au dépôt de transport de Gemeenheide, un bloc avec les mêmes fissures de retrait. Les fragments tombaient pêle-mêle au moindre coup de hâche. Ce bloc était une variété schistoïde et mesurait plus d'un mètre cube. Un autre porphyroïde volumineux a été trouvé par nous dans une ballastière près du village de Berg, en un endroit qui est peut-être le plus élevé de ces environs-là. Ce bloc était carré, franchement anguleux et mesurait mètre 1,35 en longueur sur mètre 0,96 en largeur. C'était une variété à très grands cristaux d'orthose rose. Au lieu de laisser ces gros blocs intacts, le marteau de l'exploitant n'épargne jamais ces restes erratiques si intéressants,

surtout parce qu'ils se prêtent si bien à la fragmentation. Ils disparaissent donc pour ainsi dire aussi rapidement qu'ils ont été mis à découvert.

Les glaces flottantes n'apportaient cependant pas toute leur charge sur les hauteurs. Une certaine partie des glaçons, devant nécessairement se fondre progressivement ou se briser avant qu'ils aient atteint leur station définitive, de gros galets leur échappèrent et furent roulés et divisés dans les vallées. Cela explique le moindre volume, la forme roulée et le nombre restreint des échantillons qu'on trouve dans les plaines. Les ultimes débris de la débâcle éloignée, nous les avons trouvés en galets pugilaires oviformes dans les dépôts moséens de Simpelveld. Là même nous avons trouvé deux porphyroïdes fortement roulés. Du reste, le dépôt de transport accusait nettement une provenance moséenne. Ceci donne une idée précise de l'étendue colossale des eaux de la Meuse dans ces temps reculés. La Meuse se déversait dans une nappe d'eau d'une très grande étendue, de la même manière que les géologues allemands l'admettent pour certaines parties de leur pays. On peut dire que les eaux moséennes couvraient un espace d'une étendue de 60 à 70 kil. Si on considère que la distance du lit actuel de la Meuse au dernier dépôt de transport près d'Aix-la-Chapelle est de 30 à 35 kil. ; si l'on remarque, d'un autre côté, que la Meuse se déversait par la rive opposée sur un espace plus grand encore (puisque la hauteur relative y va en diminuant), on peut se faire une idée de la grandeur du lac qui couvrait alors nos pittoresques contrées d'aujourd'hui.

Abordons maintenant l'examen macro- et microscopique des fragments de porphyroïde qui proviennent des Ardennes françaises et qui ont été recueillis au Rasberg.

La macrostructure révèle une masse fondamentale,

d'une couleur gris verdâtre, dans laquelle on distingue des cristaux d'orthose mâclés suivant la loi de Carlsbad. Ces cristaux sont d'un rose chair ou couverts de mica secondaire en fines paillettes. A l'œil nu, nous avons pu observer la forme $pmg^1\ a^1\ e^{1/2}\ b^{1/2}$. Nous avons encore observé des cristaux de plagioclase (oligoclase) associées en mâcle de Carlsbad. Le quartz y est en beaux isoscéloèdres. Sa couleur est ordinairement violacée dans la variété du Rasberg. D'autres fois, on trouve du quartz hyalin et laiteux en isoscéloèdres.

Pour l'examen microscopique, nous renvoyons le lecteur aux remarquables ouvrages de MM. de la Vallée et Renard. Il suffit de dire que les plagioclases polysynthétiques à lamelles minces ont une extinction de 1° à 4° et rappellent l'oligoclase. D'autres fois, on y voit des plagioclases à extinction symétrique d'environ 12°. On observe des orthoses mâclés suivant la loi de Carlsbad.

Ensuite, on observe de la biotite dichroïque en grandes lamelles, renfermant des cristaux d'épidote à couleurs de polarisation très vives. La biotite, mais surtout les cristaux d'épidote, renferment d'innombrables cristaux de rutile géniculé ou sagénitiforme. Enfin, on a les formes limites du dihexaèdre du quartz. Disons encore que la masse felsitique correspond à celle des roches porphyroïdes des Ardennes : c'est une masse microcristalline, dans laquelle sont disséminées de petites lamelles de biotite et de chlorite.

Les porphyroïdes compactes passent insensiblement à l'état schisteux de la variété schistoïde et particulièrement de la variété schistoïde de Rimogne. Dans un seul échantillon, nous avons observé de nombreuses lamelles de Biotite parfaitement hexagonales, très bien formées, donnant à la roche une texture gneissique. Les lamelles de mica noir, détachées et mises sous le microscope, révé-

laient un pléochroïsme très intense. Cet échantillon a été trouvé par nous à Fauquemont, dans le dépôt quaternaire de Gemeenheide. A part les lamelles hexagonales de mica ferromagnésien, la roche paraît appartenir à la variété schistoïde de Laifour.

Le gros bloc que nous avons trouvé à Berg était un porphyroïde d'une autre variété. Cet hyalophyre était compacte, à très gros cristaux d'orthose rose. Cette variété est figurée sur la carte [1] par la lettre *b*. Les variétés du Rasberg correspondent aux lettres *c* et *t* de la carte en question.

Ayant trouvé tant de fragments et tant de variétés de porphyroïde, nous étions peu surpris de trouver des échantillons de diorite chloritifère, dont les gisements ont été signalés entre Revin et Mairus. Les variétés que nous venons de trouver sont toutes des variétés compactes grenues, identiques à celles qui s'observent dans les Ardennes, à mi-chemin entre Laifour et Mairus, sur les deux rives de la Meuse. Les gisements en sont indiqués sur la carte par les lettres *e*, *f*, *g*. Les fragments que nous avons trouvés à Simpelveld, non loin d'Aix-la-Chapelle, avaient une grosseur céphalique. Le microscope traduisait une structure nettement granitoïde à grains fins. La hornblende en est l'ingrédient principal, avec le quartz, l'épidote et l'ilménite. Une de nos plaques minces représentait un diorite un peu schistoïde, dont beaucoup de cristaux d'amphibole passaient sur leur limite à des fibres d'asbeste.

Cette variété pourrait s'appeler amphibolite granitoïde.

Une autre variété, moins altérée, avait une texture

[1] Voyez : *Zeitschrift der Deutsche Geol. Gesellschaft. Jahrgang.* 1886. *Ueber die Feldspath and Hornblende Gesteine der französiche Ardennen.*

franchement granitique et se caractérisait par la présence de cristaux de feldspath. La hornblende était en sections rhombiques, non frangées de fibres asbestiformes. Nous appellerons cette variété diorite amphibolique.

Bref, nos observations sur ces roches sont identiques à celles que MM. Ch. de la Vallée et A. Renard ont faites sur les variétés dioritiques des Ardennes.

Nous avons trouvé un granite dont la macro- et microstructure présentent la plus grande analogie avec celles de la roche de Wépion décrite par M. Ch. de la Vallée Poussin (1).

Rappelons brièvement que ce savant lithologiste a trouvé en 1886 un galet de granite de 12 à 15 centimètres à Wépion, près de Namur. Ce galet se trouvait dans la proximité d'un dépôt de transport venu du Sud. M. de la Vallée fait ressortir qu'il n'est pas impossible que l'on puisse trouver un granite pareil dans les Ardennes françaises. En effet, l'arkose de Fépin doit sa constitution minéralogique à la désagrégation d'un granite pegmatoïde ou d'un aplite sous-jacent. La granulite de Wépion et celle que nous venons de trouver à Rothem étant toutes les deux proches parents des pegmatites, il n'est pas impossible que ces échantillons aient l'Ardenne française comme patrie originaire, à moins qu'ils ne proviennent des Vosges.

Déjà en 1868, l'éminent stratigraphe, M. G. Dewalque, trouvait non loin de Maestricht deux granites des Vosges (2). Pour notre part, nous avons trouvé de nom-

(1) Note de M. de la Vallée Poussin sur un galet de granite trouvé à Wépion. Extrait des *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, 1886. 1re partie, pp. 61-65.

(2) G. Dewalque. *Prodrome d'une description géologique de la Belgique*, p. 237.

breux échantillons de granites, granulites, pegmatites, porphyres, syénites, gneiss, etc. Parmi eux, il en est que nous rapportons aux porphyres de Spa, d'autres aux Vosges, à la Scandinavie, enfin aux provinces rhénanes. C'est ce que nous allons examiner successivement.

1° Le porphyre quartzifère que nous avons comparé avec celui de Spa, est un porphyre gris blanchâtre ou jaunâtre, se distinguant par la disposition allongée de sa biotite et de sa chlorite, par la présence des cristaux globulaires ou bien définis de quartz et par la forme des cristaux de feldspath.

La macrostructure de nos galets est donc identique avec celle du phorphyre de Spa, qui se présente toujours aux environs de cette ville dans un état fort altéré.

Parmi les nombreux échantillons que nous rapportons au porphyre de Spa, il y en a qui sont en meilleur état que ceux qu'on rencontre aux environs de cette ville.

Sous le microscope, les uns et les autres révèlent une texture porphyrique. La masse fondamentale est cryptocristalline, enveloppant des quartz globulaires, cassés, souvent auréolés. Dans mes échantillons, on observe ce que M. Cohen désigne sous le nom de " *Schlagfiguren* " (1). Dans le milieu de la partie brisée se sont infiltrées de petites paillettes de muscovite de formation secondaire. La biotite, en longues lamelles souvent ployées, est chloritisée et accompagnée d'oxyde de fer. L'orthose est communément mâclé suivant la loi de Carlsbad. Les plagioclases polysynthétiques y sont mâclés suivant la loi de l'albite, ayant une extinction symétrique de 12° environ par rapport au plan de mâcle. On voit donc que la ressemblance de nos échantillons avec les porphyres de Spa n'est nullement démentie par la microtexture.

(1) *Samlung von Mikrophotographien zur Veranschaulichung der Mikroskopischen Structur*. Pl. XVII, fig. 3 et 4.

2° Les roches d'origine vosgienne sont en nombre très considérable dans les gravières du sud de notre Limbourg.

Pour nous éclairer touchant les spécimens nombreux que nous supposions se rattacher aux Vosges, nous nous sommes adressé à M. Ch. Vélain, professeur en Sorbonne, à Paris.

Ce savant lithologiste, qui a beaucoup étudié les roches éruptives des Vosges, a bien voulu examiner macroscopiquement un certain nombre de nos galets.

Voici le texte résumé de la lettre qu'il nous a fait l'honneur de nous écrire.

" Dans les cinq échantillons qui portent les numéros
„ 81, 82, 83, 84 et 30, on peut reconnaître des variétés de
„ granulite répondant à un type très fréquent dans les
„ Vosges, notamment les galets n° 84 et n° 30 qui se
„ montrent avec leurs micas chloritisés conformes aux
„ granulites qui forment dans les chaînes secondaires
„ entre Plombières et Epinal, le soubassement des grès
„ vosgiens. Les échantillons portant les n°s 22, 85, 52,
„ appartiennent également à des granulites qui se rap-
„ prochent cette fois de celles du Morvan.

„ Enfin, dans le n° 98, on peut voir une microgranulite
„ identique comme aspect avec celles qui se présentent
„ en remplissage de nombreux filons, dans les schistes
„ carbonifères de Plancher-les-Mines, et les galets n° 41
„ et n° 87 sont bien voisins des porphyres globulaires de
„ Rupt et de Gérardmer.

„ L'aspect général de tous les échantillons que vous
„ avez bien voulu me communiquer est bien celui des
„ roches vosgiennes, mais il me paraît difficile de les
„ repérer tous sur des gisements précis. „

Un des premiers rapprochements que nous avons faits est celui du porphyre de Rupt et de Gérardmer.

La macrostructure de nos galets et celle des échantillons qui viennent de Rupt sont d'une identité remarquable. Ce porphyre présente une pâte pétrosiliceuse rosée ou rose chair, dans laquelle on distingue des cristaux de quartz, de feldspath et de biotite un peu étirée.

En plaque mince, ce porphyre se dessine parfaitement comme un porphyre quartzifère globulaire. On distingue une pâte felsitique dont la microfluidalité est dessinée par de petites paillettes de mica noir allongées, parfaitement dichroïques, surtout bien visibles sous un grossissement de 80. Ensuite, on voit dans cette masse fondamentale des cristaux de quartz arrondis; d'autres fois on observe des sections triangulaires, rhombiques, carrées ou hexagonales. Ces dernières sections s'éclairent fort peu, parce qu'on les voit dans le sens de l'axe optique. A l'intérieur de ces cristaux on distingue parfois des traînées pulvérulentes, en forme de golfes.

La biotite se dessine en lamelles de différentes grandeurs mais toujours allongées et d'un pléochroïsme très intense. Leurs sections sont d'une nuance assez verte, peu altérée.

Les cristaux d'orthose sont plus ou moins altérés et pas toujours réguliers. Rarement nous y avons observé des cristaux d'orthose intimement liés à des cristaux de quartz et s'éteignant comme dans les pegmatites. Généralement l'orthose se présente en sections allongées rectangulaires, hexagonales ou octogonales. On voit encore la mâcle de Carlsbad. On remarque ensuite des plagioclases ayant un angle d'extinction approximatif de 12°. Les plagioclases sont plus petits, plus intacts et mieux définis que les feldspaths du système monoclinique. Nous les croyons d'une deuxième consolidation. Les cristaux de quartz se sont donc formés en tout premier lieu. Ensuite se sont formés les feldspaths du cinquième système. Le

magma devenant proportionnellement moins acide, les plagioclases, qui en général sont moins acides que les orthoses, ont pu se former en dernier lieu.

Nous avons examiné macro- et microscopiquement un porphyre recueilli aux gisements mêmes de Rupt. L'aspect général de la roche, sa couleur, enfin la macrostructure tout entière sont identiquement les mêmes. Quant à la microtexture, bornons-nous à dire qu'elle est parfaitement identique à celle que nos roches de transport nous ont révélée. La pâte microfluidale est conformée de la même façon, les cristaux ont la même forme et la même nature.

Les cristaux de biotite sont un peu plus altérés dans l'échantillon qui vient du gisement même de Rupt, comme on peut le voir planche X. Ayant fait faire plusieurs plaques minces des diverses roches de transport qui ressemblaient si bien au porphyre de Rupt, nous sommes amenés à conclure avec une très grande probabilité, vu la parfaite identité de nos échantillons ainsi que leurs plaques minces avec la roche de Rupt, que nos galets de porphyre viennent des gisements vosgiens.

Nous rapportons encore aux porphyres de Rupt et de Gérardmer un galet de 12 centimètres de long sur 8 de large de la même couleur que le porphyre que nous venons de décrire, et que M. Vélain avait rapproché des remplissages microgranulitiques des filons dans les schistes carbonifères de Plancher-les-Mines. Mais le microscope nous a révélé plutôt un porphyre avec une même texture microfluidale de la masse fondamentale et les mêmes cristaux d'orthose, de quartz globuleux d'albite et de biotite que dans le porphyre de Rupt.

Le savant maître de conférences en Sorbonne a reconnu parmi nos échantillons à structure granulitique, cinq variétés de granulite qu'il rapporte les unes au

massif d'Epinal, les autres à celui de Plombières. Deux des granulites sont de couleur blanchâtre à grandes plages de biotite chloritisée. Leurs éléments constitutifs sont assez volumineux.

En plaque mince, le quartz se présente en grains à contours complexes, indépendants, mais engrenés les uns dans les autres : en un mot, on a l'aspect du quartz granulitique en forme de mosaïque entre les nicols.

On ne distingue qu'un seul mica : la biotite en plages assez grandes. Les lamelles sont souvent ployées et chloritisées, perdant ainsi beaucoup de leur dichroscopisme. On observe encore des cristaux d'orthose et des mâcles de Carlsbad. Ensuite, on remarque des plagioclases polysynthétiques à extinction de 2° à 4°, rappelant ainsi l'oligoclase, ainsi que des plagioclases dont l'extinction s'opère de côté et d'autre de l'arête pg^1 d'environ 10° à 12° et qui pourrait bien être l'albite.

Les deux échantillons se distinguent l'un de l'autre en ce que l'un d'eux se caractérise par la présence du microcline à lamelles croisées, dont les unes sont plus estompées que les autres, ainsi que par la mâcle du péricline à lamelles polysynthétiques parallèles, orientées en zones alternativement dans une direction horizontale et verticale.

Le microcline et la mâcle du péricline manquent dans l'un des deux échantillons.

Deux autres granulites sont cette fois, non blanchâtres, mais d'une couleur rose chair ou rose rouge. Ils sont, non à gros grains, mais à grains fins et à 2 micas. En plaques minces, on observe des grains de quartz bien granulitiques. La biotite n'est plus en si grandes plages, mais toujours plus ou moins chloritisée. La muscovite est en assez grandes lamelles se distinguant par l'absence de dichroscopisme et la présence de belles couleurs de

polarisation. On observe encore l'orthose et la mâcle de Carlsbad. Enfin, on a des plagioclases multilamellaires, à extinction de 12° environ et la mâcle du péricline.

Une dernière granulite a tout autre aspect que les quatre que nous venons de décrire. C'est un galet de 7 centimètres. Cette cinquième granulite est de couleur pourpre violet, à éléments assez grands, et à deux micas. Les cristaux de quartz sont parfaitement granulitiques. La biotite est peu dichroïque, transformée qu'elle est en chlorite et en grande partie en oxyde de fer. Ces cristaux sont étirés, décolorés et déchiquetés.

La muscovite est en lamelles plus régulières, mais toujours disloquées, à couleurs irisées de polarisation.

L'orthose est en sections toujours brisées. Les plagioclases sont assez grands et alors partiellement transformés en mica ; d'autres fois ils sont assez petits et peu altérés.

M. Vélain a rapproché trois de nos galets des granulites du Morvan, provenance dont nous ne discuterons pas ici la possibilité.

Ces granulites sont trois galets d'un rouge franc ou rose à deux micas. L'échantillon rose se distingue des deux galets rouge foncé par ses lamelles assez grandes de muscovite, par le peu de biotite qu'il contient (les autres en contiennent beaucoup) et par sa teneur considérable en quartz. Tous ces caractères sont fort peu prononcés dans les autres échantillons. Nous n'en dirons pas davantage. Nous passerons également sous silence les nombreux granulites, granites, porphyres et gneiss rouges granulitiques que l'aspect général et la comparaison macro- et microscopique avec les roches vosgiennes mieux connues, nous ont amené à rapporter aux Vosges.

La présence des roches vosgiennes dans le bassin de la Meuse a été signalée en 1842 par MM. C. Sauvage et

A. Buvignier (1). Ils citent trois endroits : Balan, Charleville et Mézières, où ils avaient trouvé des cailloux de granite et de porphyre empâtés dans la terre argilo-sableuse. Les glaciers vosgiens et les eaux de la Moselle ont eu probablement une large part au transport des roches cristallines vosgiennes. A la page 69 de leur Statistique géologique des Ardennes, les auteurs que nous venons de citer, font observer que les eaux de la Moselle se sont probablement déversées dans le bassin de la Meuse par un col fort étroit, existant dans les environs de Toul, avant de se diriger vers Pont-à-Mousson, en quittant, par la trop grande impétuosité du courant, brusquement leur première direction, charriant ainsi avec elles les roches cristallines arrachées aux massifs des Vosges.

3° A côté des roches vosgiennes, nous avons trouvé dans nos gravières d'autres galets cristallins, que nous avions supposé provenir de la Scandinavie. Pour fixer notre opinion sur ces roches, nous nous sommes adressé à M. H. Reusch, professeur à Christiania, à qui nous avons envoyé un grand nombre de nos échantillons.

Ce savant lithologiste a eu l'obligeance d'examiner macroscopiquement nos spécimens et de nous communiquer le résultat de son examen (2).

(1) Statistique minéralogique et géologique du Département des Ardennes. Mézières 1842, pages 422 et 423.

(2) Voici le texte d'un passage de la lettre de M. Reusch :

Mit Interesse habe ich Ihre Geschiebe dürchsehen. Jedes Gestein kann sehr wohl von Scandinavien sein. Die zahlreiche Granite sind wenig charakteristisch. Die Quartzporphyre 42, 54, 14, 43, 57, 80 können sehr wohl von unseren zwei grosse Porphyrgebiete sein. Das eine liegt nord-westlich von Siljanso (Siljansee) in Sweden ùm den 61° N. B., das andere in Norwegen bei Kristiania. Die Porphyre mit chokolade brauner Grùndmasse sind nicht verschieden von in denselben Gegenden vorkommenden Gesteine n° 12, 61 et 45. N° 76 ist sehr ein post silurisches syenitisches Gesteine von der Kristiana Gegend ähnlich. N° 28 besonders doch n° 68 scheinen die Grenz-facies desselben Gesteins

D'après M. Reusch, les roches que nous lui avions communiquées provenaient vraisemblablement de la partie orientale de la Norvège méridionale.

Entrant dans des détails, le savant professeur norwégien donne un résumé de son examen :

Ainsi, les granites en général auraient peu le caractère pétrographique des granites scandinaves.

Ensuite, tous les porphyres quartzifères que nous lui avions communiqués, pourraient très bien appartenir aux deux grands massifs de porphyre, dont l'un se trouve du côté nord-ouest de Siljanso en Suède, l'autre près de Christiania.

Les plus caractéristiques étaient les porphyres à masse fondamentale chocolatée.

Au surplus, trois échantillons ressembleraient énormément aux syénites des environs de Christiania.

Un autre serait un sparagmite.

Enfin deux échantillons de gneiss seraient des variétés de gneiss tricotés scandinaviens.

Nous pouvons ajouter à cette liste de galets que M. Reusch a reconnus appartenir très probablement aux roches de son pays, le gneiss œillé ou gneiss oculaire (*Augengneiss*). Ce bloc de gneiss glanduleux se trouvait à Fauquemont sur la partie supérieure des cailloux de transport. Ses angles et ses arêtes étaient bien intacts. Il mesurait 43,7 centimètres en longueur sur 27 en largeur et presque autant en épaisseur.

zuhören. N° 27 ist ein Sparagmit. In veränderter Zustand können diese Gesteine ziemlich granitisch aussehen. Eigenthümlich bei den Geschieben find ich, dass so wenig Gneisse (16 und 17 sind gestrickte varietäte) vorkommen. Vielleich wären sie zu wenig wiederstandsfähig. Der Heimat der Porphyrn kann wahrscheinlich nicht westlicher wie 7° östlich von Paris und nicht nördlicher wie 62 1/2' N. B., gesucht werden. Der Resultat bleibt, dass die Gesteine wahrscheinlich von östlichen Theil des südlichen Norwegens herrühren.

Parmi nos granites, il y a deux galets dont l'un ressemble parfaitement à un granite que M. Raymackers de Louvain a ramassé aux îles Shetland et l'autre à un granite à structure microscopique pegmatoïdique, trouvé à Berg (Gueldre) par le propriétaire M. L. Van Nispen de Sevenaar. Enfin, à notre dernière visite au musée de Leiden, nous avons particulièrement examiné quelques roches cristallines de transport trouvées à l'île d'Urk et à d'autres régions septentrionales de la Hollande, dont l'origne scandinave n'est pas mise en question, et qui offraient la plus grande analogie avec un bon nombre de nos échantillons.

Passons maintenant à l'examen macro- et microscopique des roches que nous rattachons aux massifs norvégiens. Nous avons d'abord examiné un gneiss : c'est un gneiss que le savant lithologiste de Christiania nomme " *gestrikte Gneiss Varietät* „. Ce gneiss grisâtre est nommé tricoté par la disposition enchevêtrée des cristaux de quartz et de feldspath. Cet engrenage dentelé donne à la roche une texture que nous n'avons jamais observée dans la texture graphique. En plaque mince, on constate que le quartz est fortement brisé et forme des sortes de zigzags allongés. Il forme des plages allongées avec des angles rentrants et sortants, souvent intimement associés à l'orthose et s'éteignant alors pegmatoïdiquement. Parfois le quartz est brisé en très petits granules qui s'éteignent à la manière du quartz granulitique. Parfois les cristaux d'orthose ne semblent pas brisés; ils sont irréguliers, assez grands, pas à contours nets, pinitoïdes. Le plus grand nombre des cristaux d'orthose semblent brisés. Nous avons aussi observé de très petits plagioclases polysynthétiques très nets, semblant provenir d'une deuxième phase de consolidation. Enfin, on distingue une matière chloriteuse vert clair,

non ou fort peu dichroïque, à contours irréguliers, allongée, et parfois transformée en oxyde de fer.

Une deuxième plaque microscopique d'un autre échantillon de gneiss tricoté nous révélait encore, à part tout ce que nous venons de dire, une matière phylliteuse que nous n'avons pas observée ailleurs. Elle est légèrement dichroïque surtout dans les parties les moins foncées. Sans nicol (fig. *A*), on observe avec un grossissement de 500 des fibres blanchâtres entre des fibres vert noirâtre. Entre nicols croisés (fig. *B*), ces fibres soyeuses blanches prennent des nuances jaune bleuâtre, ne s'éteignant jamais entièrement.

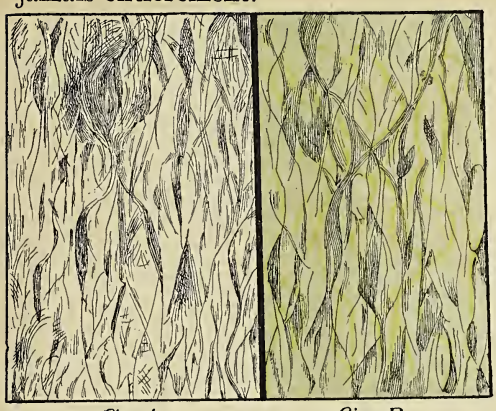


fig. A *fig. B*

Nos gneiss à extinction du quartz et d'orthose qui s'opère souvent comme dans les pegmatites, passent par des intermédiaires à de vraies pegmatites où l'on observe encore le même quartz granulitique et de nombreuses lamelles ou plutôt de nombreuses plages de cette matière phylliteuse inconnue.

Un second gneiss, que nous avons trouvé à Fauquemont, est un bloc assez volumineux de gneiss œillé ou *Augengneiss*; c'est un gneiss grisâtre, renfermant de grands cristaux d'orthose ellipsoïdaux et aplatis, entourés de mica noir en grandes ellipses. D'autres fois, on observe par ci par là des plages plus petites de mica potassique.

Enfin, les quartz sont en grandes plages allongées.

Tous ces éléments sont dirigés dans un même sens. En Norwège, le gneiss œillé est à la base du terrain primitif (*Grundgebirge*). Il passe à un gneiss gris franc. A la lumière polarisée, en plaque mince, on distingue de grands cristaux de plagioclase polysynthétiques qui, par l'angle d'extinction, se rapprochent beaucoup de l'oligoclase.

Les cristaux d'orthose sont très grands, irréguliers et allongés.

On observe aussi une grande mâcle du péricline, ainsi que de petits plagioclases qui semblent être de formation secondaire. Le mica noir est en longues traînées ployées, chloritisées, peu dichroïques. La muscovite est en plages irrégulières, courbées, ondulées. Enfin, le quartz est brisé irrégulièrement, formant des zones allongées toutes orientées de la même façon.

Nous croyons encore que nos autres gneiss grisâtres, dont nous possédons dix variétés différentes, se rapprochent des gneiss scandinaves. Nous ne connaissons rien de pareil dans les Vosges. C'est surtout le cas pour deux gneiss à grains fins qui ressemblent beaucoup à ceux que nous avons examinés au musée de Leiden et qui ont été recueillis au nord de la Hollande.

Une autre roche d'origine scandinave, dont nous avons trouvé plusieurs fragments, se trouve en Norwège au-dessus de la série des roches primitives, formant un ensemble de grès et d'arkose que M. Esmark a nommé sparagmite. Cette arkose prend souvent tellement l'aspect d'un vrai granite, auquel elle doit son existence, que la loupe ne révèle guère sa texture clastique. L'éminent professeur de Christiania en dit que si le microscope révèle une structure clastique, nos échantillons appartiennent aux roches sparagmitiques norwégiennes.

Nous avons trouvé les deux variétés de sparagmite

connues : la variété grise et la variété rose. Toutes les deux sont à grains fins. Les grains de quartz sont petits et arrondis, les feldspaths, petits et irréguliers, et la biotite et la muscovite, en très petites lamelles ou paillettes. Tous ces éléments sont intimement soudés. On n'y trouve pas même des grains d'une grosseur moyenne. Dans l'un, l'orthose est rose, dans l'autre, il est de couleur gris blanchâtre.

Nous avons pu observer sous le microscope des quartz et des feldspaths anguleux et arrondis, irréguliers, disloqués parfois à vives couleurs de polarisation. On distingue encore une sorte de phyllite qui est peut-être la muscovite brisée et des parcelles de biotite chloritisée ou transformée en partie en oxyde de fer. On distingue enfin des taches et des traînées d'oligiste rouge. Nous n'avons pu trouver dans nos quatre plaques minces d'autant de différents échantillons de sparagmite trace de tourmaline, ce qui semble prouver que nous n'avons certainement pas à faire à une arkose ardennaise. Du reste, l'aspect de la roche ne ressemble aucunement à celui de l'arkose de Fépin.

M. Reusch a rapproché un de nos galets des syénites post-siluriens des environs de Christiania, en y ajoutant que les orthoclases semblent avoir cristallisé dans cette roche avant les bisilicates. M. Reusch a parfaitement bien vu.

En plaque mince, on observe de grands cristaux d'orthose, tandis que les biotites sont fort petites, bien définies. Elles sont groupées sans ordre et sont orientées en tous sens. Leur couleur est foncée et leur dichroïsme très intense. On observe fréquemment de petits cristaux de tourmaline, d'un pléochroïsme très marqué. Ces tourmalines, de couleur brune ou de nuance rouge sombre vineuse, ont souvent des angles arrondis. Il y a

fort peu de quartz en granules. Enfin, on observe des cristaux de plagioclase disloqués.

A la limite des syénites de Christiania se trouve une roche syénitique un peu différente de celle que nous venons de décrire. Selon l'opinion de M. Reusch, deux de nos syénites s'en rapprochent beaucoup. Nous allons en décrire une. L'examen macroscopique nous révèle une roche dans laquelle nous n'avons pu distinguer trace de quartz. On observe de nombreuses lamelles de biotite associées à un élément ou à des éléments différents de feldspath. L'orthose a des reflets châtoyants. La couleur de la roche est d'un rose brun, avec des éléments verdâtres. A la lumière polarisée, en plaque mince, on voit que le quartz manque absolument. La structure est granitique, mais quelques éléments étant plus grands que les autres, on pourrait dire que la texture est granito-porphyrique. On distingue des lamelles de biotite tantôt assez dichroïques, tantôt assez décolorées. Ces lamelles sont assez longues. D'autre part, on voit des sections plus rhombiques, moins longues, mais plus carrées, d'une substance verte, fort peu dichroïque sur les bords, transformées partiellement en oxyde de fer. On n'y distingue pas de stries. Nous croyons que c'est la hornblende. On observe encore des plagioclases, à extinction d'environ 12°, en grandes sections, puis l'orthose avec la mâcle de Carlsbad; enfin le microcline formant ainsi la série orthique. On voit encore des sections de signe optique positives, plus ou moins rhombiques, non dichroïques, à stries très nettes, à belles couleurs de polarisation, à extinction de 45° et qui sont fort probablement de l'augite. Enfin, on a de la néphéline en sections rectangulaires allongées, à inclusions pulvérulentes, surtout au bord et au centre des cristaux. Cette roche pourrait donc se rapporter à une syénite augitique éléolitique

de la Norvège (Christiania), roche scandinavienne caractéristique.

Nous devons encore mentionner une série de roches que M. Reusch a rapprochées des porphyres du massif de Christiania. Nous possédons douze plaques minces de ces porphyres de transport, de couleur brun chocolat, et nous les avons comparées avec celles des porphyres d'Elfdalen, de Bredvord et de Gargberg.

La plus grande partie des porphyres en question ont une masse fondamentale chocolatée dans laquelle on distingue des cristaux isolés de feldspath et de quartz. Les feldspaths sont roses, les quartz sont plus ou moins laiteux, et s'observent à l'œil nu, parfois en nombre très restreint.

Une autre partie des porphyres ont une masse fondamentale rosée ou rose brunâtre. Dans cette masse fondamentale, on distingue la biotite, le quartz et les cristaux de Feldspath. On y distingue peu de quartz.

De l'une et l'autre variété, nous avons vu au musée de Leiden des analogies frappantes, roches qui provenaient du nord de la Hollande et dont l'origine scandinave ne peut donner lieu à une contestation sérieuse. Nous avons trouvé quatre échantillons qui, en plaques minces, rappellent la microstructure micropegmatique du porphyre brun de Gargberg.

Disons cependant que la texture graphique de nos plaques n'est pas si prononcée que celles du porphyre de Gargberg (voyez planche XI). L'une et l'autre sont des porphyres granitiques à texture micropegmatique, colorées par le fer oligiste rouge et par l'hydroxyde de fer en une couleur rouge brunâtre. On distingue de petits cristaux de quartz triangulaires, quadrangulaires, souvent associés à l'orthose d'une manière micropegmatique. Les plagioclases sont assez grands et disloqués

et l'orthose kaolinisé. On y distingue encore des lamelles de biotite assez nettes, dichroïques.

Deux autres porphyres à masse fondamentale brunâtre rappellent plutôt le porphyre d'Elfdalen.

Tandis que la microtexture de nos porphyres que nous avions rapprochés de ceux de Gargberg, n'était pas si prononcée que celle de l'échantillon de Gargberg même, la texture de nos galets rappelant la variété porphyrique d'Elfdalen est plus nette que celle des échantillons mêmes de ces endroits. Effectivement, la silice qui s'est produite dans l'une et l'autre, a pris la forme sphérolitique à croix noire et à secteurs, d'une manière plus évidente que dans les porphyres d'Efdalen et de Bredvord. Cependant il y a des endroits rares dans la plaque du porphyre d'Elfdalen où les sphérolithes sont aussi bien formés que dans les plaques de mes roches.

Une autre de nos plaques minces contient des sphérolithes granuleux, plus conformes à ceux de la plaque de Bredvord. A part ce détail, on voit dans la masse fondamentale des cristaux d'orthose, de plagioclase, des mâcles de Carlsbad comme dans les préparations microscopiques des roches norwégiennes.

En un mot, nous avons toutes les transitions et toutes les variétés intermédiaires se rapprochant les unes plus que les autres des échantillons types scandinaves. Cette variation ne nous étonne pas; c'est un des caractères des roches porphyriques. En effet, on sait que les porphyres ont une grande hétérogénéité de formation à de très petites distances, variant même à la distance de deux à trois mètres [1].

[1] Nous mentionnerons encore une roche d'origine problématique assez curieuse. C'est un granite à feldspaths d'une couleur pourpre violet. Nous avons pensé tout d'abord à une infiltration d'un hydrocarbure ou de manganèse; mais, si nous considérons que ces feldspaths sont très bien définis et que des feldspaths violets sont entourés ou limités d'autres feldspaths à

4° Enfin, nos gravières du Limbourg renferment des roches volcaniques incontestablement d'origine rhénane. M. Ubaghs a eu la bonté de nous remettre un fragment de lave scoriacée trouvé à Kaberg près de Maestricht [1]. Le bloc de lave était en place à une profondeur de $3^{m}50$. Il était fortement roulé, long de $0^{m}60$, large de $0^{m}35$ et épais de $0^{m}15$. Plus tard, nous avons trouvé à plusieurs reprises des échantillons plus petits de lave, notamment à Smeermaas et Scharnderweg, parmi le gravier exploité dans les ballastières citées. Dans les cavités scoriformes, on observe de petits, mais de beaux cristaux de stilbite. Nous avons rapproché cette lave de celle recueillie aux gisements de Niedermendig. L'analyse de nos roches de transport avec celle provenant de Niedermendig est tellement frappante que ni la macrostructure, ni la microtexture, ni même les essais microchimiques ne révèlent la moindre différence.

Ces deux roches ont le même aspect bulleux et des cavités à petits cristaux bien définis de stilbite. De plus, de l'un et l'autre échantillons, nous avons extrait de petits cristaux dont la dureté est entre 5 et 6 et que nous avons soumis à un examen microchimique. Ces petits cristaux, de forme peu apte à la détermination, nous paraissaient appartenir au système régulier. La poudre fine de ces cristaux se dissolvait en très grande partie dans l'acide nitrique. Avec le chlorure de platine, nous avons obtenu des cubes et octaèdres jaunes de chloroplatinate de potassium (procédé Behrens). Le pro-

nuance ordinaire, sans tache aucune, alors l'infiltration en question nous paraît douteuse. Une matière colorante aurait fait des zones ou des taches plus ou moins grandes et tout à fait irrégulières. L'altération de ces feldspaths violets et la couleur elle-même nous empêche de dire avec certitude si nous sommes, oui ou non, en présence du microcline qui est de couleur pourpre violet à Friederichsvärn (Norvège).

[1] Cette gravière est aujourd'hui épuisée. La direction du Grand Central Belge y a fait exploiter près de 5000 wagons de gravier.

cédé Boricky nous donnait également de beaux cubes de fluosilicate de potassium ($K_2Si.Fl_6$). Par l'acétate d'uranyle, nous n'avons pu observer trace de sodium, ni par le procédé Szabo.

L'aluminium se dessinait par le sulfate de caesium.

Attaqué par l'acide chlorhydrique, il se déposait de la silice pulvérulente qui, avec la perle de phosphore, fit squelette.

Enfin, ces cristaux étaient infusibles au chalumeau.

Ces essais microchimiques nous révélaient bien la leucite feldspathoïde de la formule $K_2 Al_2 Si_4 O_{12}$.

Nous ne nous sommes pas borné à l'examen macroscopique et microchimique. Ayant des plaques minces et des laves de Niedermendig et des laves erratiques trouvées aux environs de Maestricht, nous les avons comparées sous le microscope et nous sommes autorisé à dire que le microscope ne dément aucunement nos prévisions. On distingue dans une scorie bulleuse des sections rectangulaires et carrées ou plus ou moins hexagonales.

La forme hexagonale est rare, l'autre très fréquente. La dernière s'éteint parallèlement à ses côtés. On y voit des interpositions pulvérulentes, s'accumulant au centre ou se groupant à la périphérie. Ce sont fort probablement des cristaux de néphéline. On voit des cristaux de plagioclases, mais ils sont rares. Enfin on observe encore quelques petits cristaux qui sont probablement de l'augite; en effet, ses couleurs de polarisation sont très vives et l'angle d'extinction est à 45° (voyez figures micrographiques).

Si on lave le gravier, par exemple pour la recherche de la microfaune, on voit souvent surnager de petits fragments à cavités étirées de ponce du Rhin. La ponce et la lave voisine des leucitites de la région du *Laacher See* sont les seules roches cristallines que nous

puissions rapprocher avec grande probabilité des massifs rhénans [1].

Surtout la lave à leucite et néphéline est bien caractéristique.

Les roches cristallines de provenance si variée que nous venons de décrire se trouvent sensiblement à la même hauteur stratigraphique dans nos dépôts de transport de Rothem (Meersen), d'Amby, etc., où elles sont englobées par les cailloux de transport de la vallée de la Meuse.

Nous les avons trouvées *in situ*, non pas à la surface du sol ou dans la partie supérieure du dépôt caillouteux, mais à la partie inférieure du dépôt caillouteux non remanié, à plus de trois mètres au-dessous du limon, là enfin, où ni l'homme ni l'industrie humaine n'ont jamais eu d'accès. Nous n'avons jamais rencontré que dans les gravières qui occupent les vallées, et encore assez bas ou au fond de ces dépôts de transport, les échantillons qui rappellent une origine scandinave. Nous n'avons à mentionner qu'une seule exception : sur le versant du haut plateau de Fauquemont nommé Gadiotheide, nous avons recueilli au-dessus du dépôt de transport un bloc de gneiss œillé de 43.7 centimètres de long, gris, très anguleux et bien intact. Les roches cristallines des pays éloignés sont donc entremêlées souvent aux roches du bassin de la Meuse dans le diluvium du S. E. du Limbourg hollandais. Ce mélange de galets de provenances si diverses dans un même dépôt de transport quaternaire a été remarqué plus d'une fois, notamment en Allemagne, par exemple aux environs de Leipzig et au nord du Hartz.

[1] Remarquons que les volcans de l'Eifel renferment souvent des leucitites, comme l'a montré F. Zirkel : *Die Mikroskopische Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine*, p. 460.

Ces cas sont assez fréquents dans les Pays-Bas.

M. Lorié (1) mentionne rapidement un fait à peu près semblable, observé dans le Brabant du Nord, dans la bruyère entre Uden et Mill, où il trouva des diorites, des granites et des porphyres dans un même dépôt rhéno-moséen.

Nous avons encore observé un fait analogue dans la Campine limbourgeoise à Genck, où nous avons trouvé, dans un dépôt franchement moséen, des granites ou granulites ressemblant beaucoup à nos échantillons que M. Vélain a rapprochés des roches granulitiques des Vosges et du Morvan, ainsi que des porphyres à masse fondamentale brun chocolat qui sont d'une analogie frappante avec nos échantillons que M. Reusch a rapportés aux porphyres bruns norvégiens. Ces porphyres sont encore très analogues à ceux que nous avons examinés au musée de Leyden et qui proviennent de l'île d'Urk, dans le nord de la Hollande.

De tout ce qui précède, nous concluons que les eaux scandinaves, rhénanes et moséennes se sont rencontrées à l'époque quaternaire dans la partie méridionale du Limbourg hollandais, où l'on trouve leurs dépôts de transport dans les mêmes gravières sans ordre aucun.

Nous croyons avoir démontré par là, en même temps, que la limite du transport scandinave, telle que A. Dumont l'a tracée, et que ce savant géologue arrêtait dans la Gueldre (2), doit être profondément modifiée.

Nous avons donc eu la satisfaction de trouver dans une quinzaine de nos dépôts caillouteux à composition mo-

(1) *Sur la distribution des cailloux de granite dans le nord de la Belgique et le sud des Pays-Bas*, page 5. Liége 1886.

(2) Dumont fait passer les limites du dépôt scandinave par Paderborn, Enwitte, Soest, Dortmund, Essen, Rheinsberg, Alpen, Xanten, Calcar, Clèves, Zevenaar, Rheide et Appeldoorn.

séenne plusieurs centaines de galets et de blocs cristallins, de volumes, d'espèces et de variétés différents.

Ayant fait faire des roches les plus caractéristiques une centaine de plaques microscopiques, que nous avons comparées avec de très nombreuses préparations microscopiques venant des roches des divers pays desquels nous avons rapproché nos échantillons, nous avons comparé macro- et microscopiquement nos galets de transport avec les roches cristallines venant des gisements auxquels nous avons rapporté nos échantillons. Là où tout cet examen paraissait ne pas suffire, nous avons fait de nombreux essais microchimiques.

Au surplus, nous avons invoqué l'opinion des deux hommes qui pouvaient le mieux nous donner des renseignements précis sur l'origine de nos roches. En fondant nos considérations sur les données de M. Reusch et de M. Vélain [1], qui résument leur examen en affirmant qu'une partie de nos roches proviennent, d'une part de la Scandinavie, et d'autre part des Vosges; en nous basant sur les rapprochements que nous avons faits des roches provenant de la Scandinavie et des Vosges d'un côté, et d'un autre côté avec celles que nous avons examinées au musée de Leiden et qui ont été recueillies au nord de la Hollande; en appuyant notre opinion sur notre examen microscopique et sur nos essais microchimiques, nous avons inscrit dans le tableau suivant les assimilations qui nous paraissent fort probables pour les galets cristallins des gravières de la partie méridionale du Limbourg hollandais :

I. *Roches cristallines de la Belgique.*	Le porphyre de Spa.

[1] Nous tenons à remercier ces savants lithologistes qui, avec tant d'empressement, ont répondu à nos demandes.

II. *Roches cristallines des Ardennes françaises.*	1° Les variétés massives et schistoïdes du porphyroïde de Mairus et de Laifour. 2° La variété de porphyroïde à lamelles hexagonales de biotite. 3° Les diorites et amphibolites des Ardennes.
III. *Roches cristallines des Vosges et du Morvan.*	1° Les porphyres quartzifères de Rupt et de Gérardmer. 2° Les granulites d'Epinal et de Plombières. 3° Les granulites du Morvan. 4° Les gneiss rouges granulitiques des Vosges.
IV. *Roches cristallines scandinaves.*	1° Les gneiss tricotés scandinaves. 2° Le gneiss œillé de la Norvège. 3° Les syénites postsiluriennes de Christiania. 4° Les syénites de la limite du massif syénitique de Christiania ou syénites éléolitiques augitiques. 5° Les sparagmites rouges et grises de la Norvège. 6° Les porphyres bruns voisins de ceux de Gargberg. 7° Les porphyres chocolatés d'Elfdalen et de Bredvord. 8° Probablement tous nos gneiss gris à grains fins. 9° Granite identique à celui qui a été recueilli à Shetland. 10° Granite identique à un galet trouvé dans la province de la Gueldre.
V. *Roches cristallines d'origine Rhénane.*	1° Lave leucitique scoriacée, analogue à celle de Niedermendig. 2° Ponce des contrées rhénanes.

Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique,

PAR

H. FORIR.

IV.

Troisième note sur des poissons et crustacés nouveaux ou peu connus.

ANOMŒODUS FRAIPONTI, nobis (pl. XIV, fig. 1).

Caractères du genre ANOMŒODUS, *nobis.* — Dans un travail précédent (1), nous avons indiqué brièvement les caractères du nouveau genre que nous pensions devoir créer; nous croyons devoir compléter aujourd'hui la description du genre par sa comparaison avec deux genres voisins *Mesodon* et *Cœlodus*, que l'on rencontre également dans le système crétacé.

La demi-mâchoire inférieure des *Anomœodus* diffère de celle des *Mesodon* et de celle des *Cœlodus* par le nombre des rangées de dents, de six ou même de sept chez les premiers, de cinq chez les seconds, de trois ou quatre chez les troisièmes; la disposition des rangées chez ces trois genres semble suivre une loi qu'il ne serait pas inutile

(1) H. FORIR. Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique. I. Sur quelques poissons et crustacés nouveaux ou peu connus. *Ann. Soc. géol. de Belg.*, t. XIV, Mémoires, p. 25.

d'indiquer. Lorsque le nombre des rangées de dents est de trois, c'est la première à partir de l'intérieur qui présente les dents les plus développées ; c'est la seconde, quand les rangées sont au nombre de quatre, cinq ou six, et la troisième, quand il y a sept rangées.

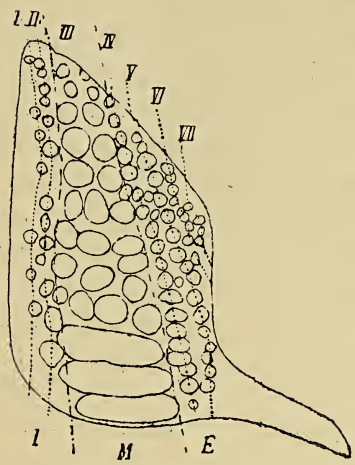
Chez les *Anomœodus* et les *Mesodon*, il n'y a pas de dents intermédiaires dans les intervalles laissés entre les grandes dents de la rangée principale ; il s'en présente parfois chez les *Cœlodus*. Enfin, un caractère commun aux deux premiers genres, et que l'on ne rencontre pas dans le troisième, est la transformation, chez certaines espèces, des dents allongées de la rangée principale, en séries transversales de dents arrondies, à la partie antérieure de la mâchoire.

La répartition des trois genres dans le temps est aussi un peu différente. Le genre *Mesodon* apparaît dans le lias de l'Angleterre, prend son développement maximum dans le jurassique supérieur et disparaît au commencement de la période crétacée. Le genre *Cœlodus* apparaît à cette même époque et y atteint bientôt son maximum de développement, puis décroît rapidement et finit par disparaître avant la fin de cette période. Le genre *Anomœodus* semble limité, pour autant que l'on puisse en juger actuellement, au crétacé tout à fait supérieur, à moins, toutefois, que l'on ne doive y rattacher *Pycnodus Mantelli*, Ag. (1) du wealdien de Tilgate et *Pycnodus rhomboïdalis*, Reuss (2) du cénomanien de Kosstitz, de Borzen et de Weisskichlitz en Bohême, fossiles encore fort imparfaitement connus.

(1) Mantell. *Illustrations of the geology of Sussex*, pl. XII, fig. 26 et 27.— L. Agassiz. *Recherches sur les poissons fossiles*, t. II, 1833-1843, part. 2, p. 196, pl. LXXIIa, fig. 6-14.

(2) A. E. Reuss. *Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation*. Abth. I, p. 10, pl. IV, fig. 46-54 ; Abth. II, p. 102.

Caractères particuliers de l'espèce. — L'échantillon figuré est une demi-mâchoire inférieure droite, presque complète. L'os maxillaire ressemble beaucoup, toutes proportions gardées, à celui d'*Anomœodus subclavatus*, Ag. sp. (¹), à cette différence près, cependant, que la surface articulaire y est plus petite relativement.



Si l'on examine la figure, on voit immédiatement que les dents peuvent être considérées comme disposées soit en rangées transversales, perpendiculaires à la symphyse, soit en rangées longitudinales, qui lui sont à peu près parallèles. Le premier mode de distribution serait analogue à celui que l'on rencontre chez la plupart des poissons à dents en pavés ; cependant, pour la commodité de la description, nous adopterons la seconde manière de voir. Dans cette manière de voir, la demi-mâchoire porte trois groupes de dents, disposées de façon à former un pavé presque continu, et dont le moyen (M) comprend les dents le plus développées. Les dents de ce groupe moyen sont de deux espèces bien distinctes. Les trois postérieures sont complètement dissymétriques, allongées transversalement et recourbées de façon que leur côté convexe est tourné vers l'arrière; isolées, elles seraient bien difficiles à distinguer des dents d'*Anomœodus subclavatus;* à ces trois dents succèdent, vers l'avant, des

(¹) H. Forir. *Loc. cit.*, p. 27, pl. I, fig. 1, *a*, *b*.

files transversales, dont la première est composée de quatre dents, les trois suivantes de trois dents et les cinq dernières de deux dents seulement. Les dents les plus extérieures de ces files transversales sont rondes, à l'exception de celle de la troisième file, qui est remplacée en réalité par deux dents semi-circulaires, séparées l'une de l'autre par un sillon transversal. Les dents du deuxième rang de ces files, à compter de l'extérieur, sont elliptiques, à l'exception de celle de la quatrième file transversale, qui est remplacée par deux demi-dents séparées par un sillon longitudinal, et dont l'ensemble est aussi de forme elliptique. Le troisième rang à partir de l'extérieur est composé de trois dents circulaires ; le quatrième rang ne comprend plus qu'une seule dent de même forme.

Le groupe extérieur (**E**) est formé de quatre rangées longitudinales de dents, dont la première (IV), à compter de l'extérieur, est composée de dix-neuf petites dents, elliptiques à l'arrière de la mâchoire, circulaires à l'avant. La deuxième rangée longitudinale de ce groupe (V) comprend à son tour dix-sept dents circulaires, dont les dimensions vont en diminuant vers l'avant ; la troisième rangée (VI) comporte neuf dents circulaires, très petites, de même taille que les quatre dents formant la dernière rangée (VII) vers l'extérieur.

Le groupe intérieur (**I**) comprend deux rangées longitudinales, dont celle qui avoisine le groupe moyen (II) est composée, en arrière, de deux (peut-être de trois) dents elliptiques, allongées longitudinalement, et, en avant, de onze dents circulaires, dont le diamètre décroît de l'arrière à l'avant de la mâchoire. Enfin, la rangée interne (I) ne comprend plus que sept dents de même taille que celles des deux rangées extérieures (VI et VII) et fort distantes l'une de l'autre. N'oublions pas de dire qu'entre

les groupes moyen et extérieur se trouve une petite dent circulaire, et qu'entre la première et la deuxième rangée du groupe extérieur se trouvent encore trois dents minuscules de même forme.

La demi-mâchoire figurée a dû appartenir à un poisson adulte ; en effet, plusieurs dents ont disparu, et leur existence ne peut plus être constatée que par les traces qu'elles ont laissées sur le maxillaire. Les autres dents sont toutes plus ou moins usées, surtout celles de la partie antérieure de la bouche, dont les bords sont devenus tranchants; pour quelques unes d'entre elles, l'usure a même été si considérable, qu'il n'en reste plus qu'un creux entouré d'une couronne d'émail.

Les dimensions de cette espèce ont dû être beaucoup moins considérables que celles d'*Anomœodus subclavatus*, Ag. sp. En effet, tandis que la mâchoire inférieure de ce dernier atteint environ huit centimètres de longueur, celle de notre nouvelle espèce n'en comporte guère que cinq; quoi qu'il en soit, la taille d'*Anomœodus Fraiponti* était déjà notable.

Nous ne connaissons pas d'autre pièce du squelette de cette espèce.

Rapports et différences. — Les dents allongées de cette espèce, un peu plus grêles que celles d'*Anomœodus subclavatus*, présentent encore plus d'analogie que celles-ci avec les dents de *Cœlodus (Pycnodus) Muensteri*, Ag. (1). Cependant, la détermination de dents isolées de pycnodontes ne semble guère pouvoir être faite avec certitude, si l'on tient compte surtout de la grande variété des dents

(1) Voir H. Forir, *loc. cit.*, p 29. L'identification que nous considérions comme possible entre le *Pycnodus Muensteri*, Ag. (= *Pycnodus complanatus*, Ag.) et l'*Anomœodus subclavatus*, Ag. sp., ne nous paraît plus probable, maintenant que nous connaissons mieux le poisson cénomanien que l'on a pris pour type du genre *Cœlodus*.

entrant dans la mâchoire de chaque espèce, et de la grande ressemblance de dents d'espèces bien différentes.

La répartition des dents du groupe principal est, en tous cas, caractéristique pour *Anomœodus Fraiponti* et ne permet de le confondre avec aucune autre espèce connue.

Gisement et localité. — L'échantillon figuré, le seul qui nous soit connu, a été découvert par notre savant et aimable confrère, M. Ubaghs de Maestricht, dans les strates moyennes de l'étage maestrichtien [1], à Sibbe, près de Fauquemont. Il fait partie de son musée.

Qu'il nous soit permis de le dédier à notre confrère et ami M. J. Fraipont, professeur de paléontologie animale à l'université de Liége, dont les nombreux et consciencieux travaux ont acquis une si haute réputation dans le monde scientifique.

ANOMŒODUS CRETACEUS, Ag. sp. (pl. XIV, fig. 2).

Pycnodus cretaceus, Agassiz. *Recherches sur les poissons fossiles*, t. II, 1833-1843, partie 2, p. 198, pl. LXXII a, fig. 60.
Cœlodus cretaceus, Zittel. *Handbuch der Palœontologie*, Bd. III, Lieferung 1, p. 249.

Caractères particuliers de l'espèce. — Quoique l'échantillon que nous possédons soit bien incomplet, nous avons cru cependant devoir le figurer et le décrire, parce qu'il montre les caractères génériques et spécifiques beaucoup mieux que ne le fait la réunion de sept dents figurée par Agassiz.

[1] Assise supérieure (XIV) de l'étage maestrichtien inférieur de M. Ubaghs. *De geologische Aardvorming van Limburg*, 1887.

Cet échantillon appartient à la partie postérieure d'une demi-mâchoire droite. Comme le montre la figure, il est composé de six rangées de dents, et il n'est pas impossible que la mâchoire en portât une septième. Ici, c'est la troisième rangée à partir de l'intéreur qui est la plus développée. Les dents de cette rangée, au nombre de sept, au minimum, ont la forme de trapèzes à angles arrondis, allongés transversalement et régulièrement bombés; elles sont disposées de façon à former, vers l'arrière, un angle d'environ 45° avec le plan de symétrie de la mâchoire. La dent postérieure fait défaut, de même que la cinquième dent à partir de l'arrière et la dent antérieure. La sixième dent, qui faisait corps avec l'échantillon, a été détachée maladroitement en dégageant celui-ci, de sorte que sa position sur la figure ne doit être considérée que comme approximative. Ces dents vont en diminuant de largeur et de longueur de l'arrière à l'avant, à l'exception toutefois de la sixième, qui est plus longue que les précédentes.

La quatrième rangée, à compter de l'intérieur, est composée de dents de forme irrégulièrement elliptique ou circulaire, assez serrées les unes contre les autres et qui se trouvent au nombre de sept sur notre échantillon. La cinquième rangée est représentée par sept dents, entre lesquelles devait s'en trouver une huitième, et dont deux se sont détachées; les dents qui la composent, un peu plus petites que celles de la rangée précédente, sont aussi de forme plus régulière, elliptique allongée d'arrière en avant, ou même circulaire. Enfin, la rangée externe est représentée par quatre dents, qui devaient être séparées par trois autres dents disparues. Les dents de cette rangée sont les plus petites de toutes; elles sont également elliptiques, allongées d'arrière en avant, au fond de la bouche, circulaires vers l'orifice.

Immédiatement à l'intérieur de la rangée principale, se trouve une rangée de dents elliptiques de mêmes dimensions que celles de la quatrième rangée, orientées comme les dents des rangées externes, et alignées fort régulièrement; il en reste quatre sur l'échantillon. Enfin, la rangée interne n'est représentée que par une seule dent, de même forme et de même orientation que celles de la rangée voisine, mais un peu plus petite.

Toutes les dents des rangées secondaires sont légèrement bombées et ornées d'une dépression centrale, de même forme que la dent elle-même, et qui ne paraît pas due à l'usure. Ce même caractère se présente sur un second échantillon, moins complet encore, que nous possédons de la même espèce.

Rapports et différences. — D'une taille un peu plus petite que l'*Anomœodus Fraiponti*, cette espèce s'en distingue, de même que de l'*Anomœodus subclavatus*, par le type de dents de la rangée principale et par la forme irrégulière des dents de la rangée voisine externe.

Gisement et localité. — Agassiz signale cette espèce dans la craie de Kent (Angleterre). Les listes de Bosquet et de M. Ubaghs la renseignent, mais sans indication de localité, dans l'étage maestrichtien de la Belgique. Enfin, nous avons eu la bonne fortune d'en rencontrer deux exemplaires, dans les couches moyennes [1] du même étage, à la Montagne Saint-Pierre, près de Maestricht. L'échantillon figuré fait partie de notre collection.

Dromiopsis Ubaghsi, nobis (pl. XIV, fig. 3).

Caractères particuliers de l'espèce. Le céphalothorax est de forme pentagonale bien marquée; il est presqu'égale-

[1] Maestrichtien supérieur (XII) de M. C. Ubaghs, *loc. cit.*

ment convexe de droite à gauche et d'arrière en avant. Sa longueur, 19$^{m}/^{m}$, est un peu plus faible que sa largeur, 21$^{m}/^{m}$.

La région frontale, séparée du reste du céphalothorax par un profond sillon transversal, est triangulaire, fort convexe, et terminée antérieurement par un rostre assez long, traversé dans toute sa longueur par un sillon assez profond, séparant quatre protubérances dont les deux antérieures, terminales, sont moins accusées que les postérieures, énormes. Derrière et entre ces dernières, la région frontale est ornée de deux fentes longitudinales parallèles, très profondes et de deux fossettes assez profondes également.

Les cavités orbitales sont terminées vers l'axe par les protubérances postérieures du rostre et, vers l'extérieur, par une dent plus petite. Ces cavités orbitales sont presque semi-circulaires.

Le bord latéral antérieur, plus convexe que dans toutes les autres espèces connues, est environ deux fois et demie plus long que le bord postérieur. Il est armé de quinze dents, plus fortes et plus espacées à l'avant qu'à l'arrière. Le bord postéro-latéral, à peu près droit et lisse, forme un angle d'environ 25 degrés avec le plan de symétrie du céphalothorax. Le bord postérieur a une longueur à peu près égale, 10$^{m}/^{m}$, à celle des autres côtés du pentagone.

Le céphalothorax est divisé en trois parties principales par deux sillons transversaux. Le postérieur, séparant la région postérieure de la région médiane proprement dite et de la région antéro-latérale, est représenté par une dépression peu accusée, fortement convexe vers l'avant et divisée, vers le milieu du céphalothorax, en deux sillons plus profonds et plus nets, dirigés l'un vers l'avant, l'autre vers l'arrière et formant entre eux un

angle obtus; le premier de ces sillons fait bientôt un coude brusque et se transforme de nouveau en une dépression peu accusée, tandis que le second s'infléchit progressivement, de façon que, par leur ensemble, ils donnent naissance à un champ pentagonal (région cardiaque), régulièrement bombé dans son ensemble et terminé vers l'arrière par une ligne courbe.

Les régions postéro-latérales ont la forme de trapézoïdes légèrement bombés.

La région intestinale, nettement dessinée, est séparée de la région postéro-latérale et de la région cardiaque par un sillon s'embranchant sur la partie postérieure du sillon postérieur. Sa forme est celle d'une lunule concave vers l'arrière. Derrière cette région, apparaît un bourrelet très mince et très saillant en forme d'accent circonflexe, séparant le céphalothorax de l'abdomen.

La partie moyenne du céphalothorax, placée entre les deux sillons, comprend, outre la région cardiaque déjà décrite, la région post-médiane, trapézoïdique, limitée à droite et à gauche par des fentes très profondes en forme d'accent circonflexe et les régions antéro-latérales ou branchiales; ces dernières sont divisées par un sillon longitudinal ondulé, nettement marqué, en deux parties dont l'intérieure est, à son tour, partagée par un sillon transversal peu accusé en deux mamelons, dont l'antérieur est beaucoup plus développé que le postérieur, tandis que la partie extérieure est formée, en arrière, d'une partie déprimée, trapézoïdale, lisse, et, en avant, de deux mamelons très saillants, séparés l'un de l'autre par un sillon transversal fort large et peu profond.

Le sillon antérieur ou cervical est assez superficiel dans ses parties latérales; il y est recourbé en arrière jusque près de la région post-médiane, où il se termine à une fossette aussi nette que si elle avait été faite par a

pointe d'une aiguille; il devient alors linéaire, très profond, légèrement courbe et se termine de nouveau à une seconde fossette aussi nette que la première et située un peu en arrière de celle-ci; il est alors interrompu, au milieu du céphalothorax, sur un espace d'environ 1 m/m. La région génitale, très superficielle et peu visible, est de forme triangulaire allongée et terminée en avant par un petit tubercule. Toute la région médiane est fortement bombée; elle est terminée en avant par une profonde dépression qui la sépare de la région frontale.

Les ornements superficiels du céphalothorax sont répartis fort inégalement. Toute la surface est ornée uniformément d'une fine et élégante granulation, difficile à voir à l'œil nu ; outre cela, les régions cardiaques et postéro-latérales portent quelques granules plus gros que les autres ; les régions post-médiane et branchiale sont criblées de gros tubercules et la région médiane proprement dite supporte encore quatre tubercules disposés transversalement en ligne droite à sa partie moyenne.

Nous ne connaissons que le céphalothorax de cette belle espèce.

Rapports et différences. — Le céphalothorax du *Dromiopsis Ubaghsi* ne peut être confondu avec celui d'aucune autre dromiacée connue. Sa forme nettement pentagonale, la forte convexité du bord latéral antérieur, la présence d'un rostre assez long, le peu de relief de la région génitale sont, pour lui, autant de caractères distinctifs excellents.

Gisement et localité. — Cette belle espèce a été découverte dans les couches du maestrichtien moyen [1] de Sibbe, près Fauquemont, par notre savant confrère,

[1] Voir la note (1) de la page (450).

M. C. Ubaghs, de Maestricht, auquel nous sommes heureux de la dédier. L'exemplaire figuré fait partie de son musée.

ESPÈCES NON DÉNOMMÉES.

Nous croyons devoir figurer, sans leur donner de nom, plusieurs débris de crustacés, trop incomplets pour qu'il soit permis d'en faire des espèces distinctes, mais de nature, cependant, à fournir des documents qui, par leur comparaison, pourront peut-être mettre sur la voie de découvertes utiles, notamment en ce qui concerne la succession des êtres, les chercheurs s'occupant spécialement de la faune carcinologique.

Crustacés anomoures. Galatheidæ. — Nous croyons pouvoir rapporter à cette famille deux propodites et un carpopodite figurés pl. XIV, fig. 4, 5 et 6. Ces pièces semblent appartenir, la première et la troisième à la première patte ambulatoire gauche, la deuxième à la seconde patte ambulatoire droite d'une même espèce de crustacé. Les deux propodites sont assez aplatis, armés d'un doigt fixe assez long relativement. Le propodite de la première patte de gauche est limité, à sa partie inférieure, par une arête droite tranchante, marquée latéralement de légères cavités également distantes ; son extrémité supérieure est inconnue. Le doigt fixe, de forme pyramidale, est orné, extérieurement, d'une crête aiguë, creusée également à sa partie supérieure de petites cavités lui donnant l'apparence d'une scie. La face tournée vers le dactylopodite est aussi tranchante.

Le propodite de la seconde pince de droite est semblable au précédent, excepté, toutefois, que la partie supérieure du doigt fixe est moins tranchante et armée

d'un tubercule mousse. Les parties supérieure et articulaire sont inconnues.

Le carpopodite est de forme légèrement courbe, arrondi à sa partie inférieure et orné, à sa partie supérieure, d'une arête aiguë dentelée, de la forme du signe ∫; son articulation avec le méropodite est indiquée par un bourrelet d'un millimètre de large, qui est séparé, par un profond sillon, d'un tubercule ornant la face interne à sa partie inférieure. La surface entière de ces parties de pattes ambulatoires est ornée de nombreux tubercules très petits leur donnant une apparence chagrinée.

Rapports et différences. — Les propodites ressemblent assez bien, par leur forme, à ceux que M. le Dr R. von Fischer-Benzon a figurés et décrits (1) sous le nom de *Galathea strigifera,* Steenstrup. Ils en diffèrent par leur taille un peu plus considérable et par quelques autres caractères.

Gisement et localité. — C'est encore le musée de M. C. Ubaghs qui nous a fourni ces échantillons intéressants, provenant des strates moyennes de l'étage maestrichtien de Sibbe, près de Fauquemont (2).

Crustacés brachyures. Dromiacea. — Deux propodites appartenant à deux espèces bien différentes sont encore à notre disposition. Le premier (pl. XIV, fig. 7) appartient à une patte ambulatoire gauche, ayant à peu près la même forme que celle que M. Fischer-Benson a décrite, p. 24 et figurée, pl. V, fig. 10 de l'ouvrage cité plus haut, sous le nom générique de *Dromia*, mais en différant par sa taille plus considérable, et par la présence de tubercules nombreux, surtout à la partie inférieure et à la

(1) Ueber das relative Alter des Faxekalkes, u. s. w. Kiel, 1866, in-4°, p. 28, pl. V, fig. 4 et 6.

(2) Voir la note (1) de la page (450).

partie supérieure du propodite. Ces ornements sont plus volumineux et plus abondants à l'arrière de ce membre du crustacé qu'à l'avant. Ces différences pourraient cependant n'être dues qu'à l'âge adulte de notre échantillon, et peut-être aux conditions différentes de la vie dans l'un et l'autre gisement, si l'on tient compte surtout de l'identité des ornements très spéciaux du doigt fixe.

Le propodite gauche de l'autre espèce (pl. XIV, fig. 8) est de forme triangulaire aplatie. Il est orné, à sa partie antérieure, d'un bourrelet voisin de l'insertion du dactylopodite; il est armé de six tubercules volumineux, dont deux, énormes relativement à la grandeur de l'échantillon, situés à la partie supérieure et les quatre autres à la partie inférieure de la face externe du propodite. Le doigt fixe semble dirigé vers le bas et marqué, sur sa face interne, d'un sillon peu profond. L'ouverture dans laquelle s'insérait le dactylopodite est en forme d'écusson, comme chez tous les dromiacés.

Gisement et localité. — Ces deux propodites, que nous avons découverts dans l'étage maestrichtien moyen [1] de la montagne St-Pierre, près de Maestricht, font partie de notre collection.

Crustacés brachyures. Oxystomata. — Cette famille est représentée par des propodites gauches, dont l'un a déjà été décrit par M. Pelseneer [2], mais figuré d'une façon trop rudimentaire, par son simple contour.

Ces propodites (pl. XIV, fig. 9 et 10), voisins par leur forme de ceux des *Corystes* et des *Oxyrhynchus,* comme le fait exactement remarquer l'auteur cité plus haut, sont

[1] Maestrichtien supérieur (XII) de M. C. Ubaghs, *loc cit.*

[2] Notice sur les crustacés décapodes du maestrichtien du Limbourg. *Bull. du Mus. d'hist. nat. de Bruxelles,* t. IV, p. 171, fig. 7.

très allongés et couverts, sur toute leur surface, de tubercules assez volumineux, plus nombreux et plus petits sur les échantillons jeunes que sur les adultes. Le doigt fixe, de très petite dimension, relativement, est plus large que haut et infléchi vers le plan de symétrie du crustacé; il est marqué de quatre sillons longitudinaux, dont deux sont dirigés vers le dactylopodite, dont le troisième se trouve sur la face tournée vers le plan de symétrie et dont le quatrième sillonne la face inférieure du doigt. Trois de ces sillons sont percés de cavités elliptiques, allongées dans la direction du sillon.

Tandis que les propodites jeunes sont de forme tronconique et assez élancés, les pièces correspondantes des animaux adultes sont moins gracieuses et de forme cylindroïde.

Rapports et différences. — Les propodites figurés ont beaucoup de ressemblance avec celui du *Glyphea Regleyana*, Desm. sp., figuré par M. H. von Meyer, fig. 21, pl. III de son célèbre mémoire *Neue Gattungen fossiler Krebse aus Gebilden vom Buntensandstein bis in die Kreide.* Stuttgart, 1840. Ils en diffèrent en ce que ce dernier est terminé par un ongle ou une griffe (1) et non par une pince.

Gisement et localité. — Les échantillons figurés, ainsi que deux autres, ont été découverts dans les couches moyennes (2) de l'étage maestrichtien de Sibbe, près de Fauquemont, par le savant chercheur maestrichtois, M. C. Ubaghs, qui a bien voulu me les confier.

(1) Caractère de la famille des *Oxystomata.* Lire à ce sujet T. C. Winkler. Etude carcinologique sur les genres *Pemphix*, *Glyphea* et *Aræosternus*. *Arch.* du *Mus. Teyler*, sér. 2, t. I, 2me partie. Haarlem, 1882, gr. in-8°.

(2) Voir la note (1) de la page (450).

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV.

Pages.

Fig. 1. *Anomœodus Fraiponti*, For.— Demi-mâchoire inférieure droite, vue du dessus. 445

Fig. 2. *Anomœodus cretaceus*, Ag., sp. — Demi-mâchoire inférieure droite, vue du dessus. 450

Fig. 3. *Dromiopsis Ubaghsi*, For. — Céphalothorax, vu du dessus . . 452

Fig. 4. Propodite de la première patte ambulatoire gauche d'un crustacé appartenant à la famille des *Galatheidœ*. 456

Fig. 5. Propodite de la seconde patte ambulatoire droite de la même espèce. 456

Fig. 6. Carpopodite de la première patte ambulatoire gauche de la même espèce. 456

Fig. 7. Propodite gauche d'un crustacé appartenant à la famille des *Dromiacea*. 457

Fig 8. Propodite gauche d'une autre espèce de crustacé de la même famille. 458

Fig. 9. Propodite gauche d'un crustacé de jeune âge appartenant à la famille des *Oxystomata* 458

Fig. 10. Propodite gauche de la même espèce, provenant d'un animal adulte 458

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES ESPÈCES DÉCRITES ET CITÉES.

Anomœodus, For. 445
— *cretaceus*, Ag., sp. 450
— *Fraiponti*, For. 445, 452
— *subclavatus*, Ag., sp. 447, 449, 452
Cœlodus, Heckel. 445, 446
— *cretaceus*, Ag., sp. 450
— *Muensteri*, Ag., sp. 449
Corystes, Mant. 458
Dromia, Fabr. 457
Dromiacea, de Haan. 457
Dromiopsis Ubaghsi, For. 452
Galathea strigifera, Steenstr. 457
Galatheidœ. 454
Glyphea Regleyana.. Desm., sp. 459
Mesodon, Wagn. 445, 446
Oxyrhynchus. 458
Oxystomata, Milne Edwards. 458
Pycnodus complanatus, Ag. 449
— *cretaceus*, Ag. 450
— *Mantelli*, Ag. 446
— *Muensteri*, Ag. 449
— *rhomboïdalis*, Ag. 446

BIBLIOGRAPHIE

L'ARDENNE

PAR

J. GOSSELET,

Membre correspondant de l'Institut, membre associé de l'Académie Royale des Sciences de Belgique, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille [1].

En 1860, un élève de M. le professeur Hébert publiait un Mémoire sur les terrains primaires de la Belgique, des environs d'Avesnes et du Boulonnais. Ce travail fut parfaitement apprécié du monde savant. Il donna naissance à de nombreuses critiques et observations. Et quelques années plus tard, M. Hébert put dire, avec beaucoup de justesse, que M. J. Gosselet avait eu des discussions scientifiques avec plusieurs savants réputés, et que la victoire n'était pas toujours restée aux plus âgés.

M. J. Gosselet, nommé professeur de géologie à la faculté des sciences de Lille, s'est plus spécialement consacré à la géologie du nord de la France et à celle de la

[1] In-4° de 881 pages, XXVII planches photographiées, une carte, XI planches de coupes et 24 figures sur bois dans le texte. Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France. Paris, Baudry et Cie, 1888. Prix : 50 francs.

Belgique. Peu de géologues ont publié des travaux aussi variés et aussi nombreux sur les terrains primaires de notre pays.

Le mémoire de 1860, et les discussions auxquelles il donna lieu, vint raviver la géologie, et démontrer que, malgré les magnifiques cartes et travaux d'André Dumont, il y avait encore énormément à faire en Belgique. Aussi les vingt-huit années qui viennent de s'écouler ont-elles vu pas mal de travaux s'élaborer.

Dans l'ouvrage intitulé « **l'ARDENNE** » que M. le professeur J. Gosselet, correspondant de l'Institut de France et associé de l'Académie royale des sciences de Belgique, vient de publier, nous voyons analysés et discutés les nombreux travaux dont les différents terrains primaires de la Belgique et du nord de la France, se reliant plus ou moins directement à l'Ardenne, ont été l'objet.

Ce remarquable travail, admirablement imprimé, fait partie des Mémoires pour servir à l'explication de la carte géologique détaillée de la France C'est un in-4° de 881 pages, il est orné de vingt-sept planches photographiées parfaitement bien réussies, représentant l'aspect des roches, leur disposition, les plis, des vues d'ensemble, des coupes, des carrières, etc. ; il y a, en outre, onze planches de coupes, deux cent et quarante-quatre figures sur bois dans le texte et une carte géologique représentant les divisions et les subdivisions des divers systèmes géologiques qui constituent l'Ardenne.

Nous allons essayer de l'analyser.

Après avoir caractérisé l'Ardenne (Chapitre Ier. L'Ardenne et ses dépendances., Aspect-général du pays.) à laquelle il rattache la Fagne ou Famenne, le Condroz et la crête du Condroz, le bassin houiller et le plateau du Brabant, il donne (chapitre II), un exposé historique des principales publications sur la géologie générale de l'Ardenne. Elle s'occupe : 1re période, théories géogéniques, des travaux de R. de Limbourg, 1774 ; 2e période, explorations minéralogiques, avec les noms de : Monnet 1780, Dethier 1803, Coquebert de Montbret 1804 ; 3e période, études stratigra-

phiques, d'Omalius d'Halloy 1808, Bouesnel 1811-1813, Clère 1814, d'Omalius d'Halloy 1828, Steininger 1829 Rozet 1830, Dumont 1832-1853 ; 4e période, application de la paléontologie à la stratigraphie, L. de Koninck, MM. F.-A. Rœmer, Ed. Dupont, J. Gosselet, C. Malaise ; 5e période, déductions géogéniques, Ed. Dupont.

La première partie : **ARDENNE**, s'occupe des terrains cambrien et silurien, et le chapitre III est consacré aux massifs cambriens de Rocroy, de Givonne et de Serpont.

Il divise le **CAMBRIEN** de l'Ardenne en deux étages : le Devillo-Revinien et le Salmien. Le premier existe dans les quatre massifs et le second, dans le seul massif de Stavelot.

Il distingue quatre assises dans le massif de Rocroy. Dans l'assise des *schistes et ardoises de Fumay*, si importante au point de vue industriel, il étudie avec soin, les bandes ardoisières, leurs positions, dispositions et relations, les particularités qu'elles présentent, dans les diverses ardoisières des environs de Fumay, suivant l'importance de l'exploitation. Dans l'*assise des schistes et phyllades de Revin*, il attribue l'origine des perforations des schistes noirs de Laifour, à un cristal de pyrite qui s'est altéré et transformé en limonite. L'*assise des schistes et des ardoises de Deville*, et de Rimogne, qui comporte des dépôts analogues à ceux de Fumay, est traité de la même manière. L'*assise des schistes et phyllades de Bogny* vient terminer la série des *assises du massif de Rocroy*. L'*assise des quartzites de Givonne*, et celle *des phyllades de Serpont*, viennent ensuite.

L'assise de Bogny pourrait se rattacher à l'assise de Revin. Les couches de Givonne diffèrent par leur position et par leur caractère minéralogique de celles de Revin. Quant à l'assise de Serpont, il la considère comme devillo-revinienne. Il la rapporte à celle de Givonne, à moins qu'elle ne constitue peut-être une assise à part.

Inutile de dire que rien n'a été omis sous le rapport du caractère lithologique, de la stratigraphie et des accidents géologiques qui l'ont affectée ou modifiée.

Les roches cristallines, feldspathiques et amphiboliques (chapitre IV) : Diorites, eurites, schiste chloritifère, schiste euritique, etc., avec leurs caractères lithologiques, et leurs divers gisements, au nombre de cinquante-quatre ; ainsi que les diverses opinions sur l'origine des roches cristallines émises par MM. G. Dewalque, de la Vallée-Poussin et Renard, Daubrée, Gosselet, Ch. Barrois, von Lassaulx, y sont successivement traités.

Quant à l'âge relatif des assises cambriennes de l'Ardenne française (chapitre V), après avoir dit que les rares fossiles, *Oldhamia radiata*, etc., le caractérisent comme indiquant une faune primordiale, il insiste sur ce fait remarquable qui domine l'ensemble des hypothèses et des discussions que « toutes les couches cambriennes de l'Ardenne sont *concordantes entre elles et toujours inclinées vers le sud.* » Il rappelle les différentes opinions émises par Dumont, Sauvage et Buvignier, Gosselet et Malaise, G. Dewalque et von Lassaulx.

Pour le cambrien du massif de Stavelot, après avoir constaté que *Oldbamia radiata* et *Arenicolites didymus*, montrent suffisamment que le devillo-revinien de ce massif est de même âge que celui du massif de Rocroy, il entre dans quelques détails sur les enclaves ou roches blanchâtres ou verdâtres (devillien de Dumont), qui en constituent le noyau. Il expose les hypothèses admises au sujet du devillo-revinien de ce massif, par Dumont, MM. Gosselet et Malaise, von Dechen et G. Dewalque.

L'étage salmien comprend l'assise des quartzo-phyllades de la Lienne, caractérisée par la présence du *Dictyonema sociale* ; et l'assise supérieure des schistes oligistifères de Vielsalm, comprenant les zones suivantes :

Schistes verdâtres de Lierneux.

Schistes violets oligistifères à coticule.

Schistes ottrélitifères.

Il décrit les différentes bandes salmiennes et les roches éruptives du massif de Stavelot, porphyre quartzifère de Spa et diabase de Challes.

Après avoir exposé l'historique des principaux travaux

concernant les massifs **SILURIENS** du Brabant et du Condroz (chapitre VII), il s'occupe d'abord du massif silurien du Brabant; il admet les assises proposées par M. Malaise, en y ajoutant une septième pour le silurien du Condroz :

Quartzite de Blanmont.
Phyllades aimantifères de Tubize.
Schistes bigarrés d'Oisquercq.
Quartzophyllades de Villers-la-Ville.
Schistes de Gembloux.
Schistes de Ronquières.
Schistes de Fosses.

Il fait connaître leur caractéristique et il parle des roches éruptives qu'il nomme : porphyrite, porphyroïde, arkose, eurite. Il décrit les coupes des vallées de la Senne et de l'Orneau.

En parlant de l'âge des couches du Brabant, il ne partage pas mon opinion, basée notamment sur la présence de l'*Oldhamia radiata*, qui me porte à considérer une partie du massif du Brabant, comme étant l'équivalent du cambrien. Pour M. Gosselet, il n'y aurait que du cambrien en Ardenne et du silurien dans le Brabant.

L'étude du terrain **DÉVONIEN** a surtout excité la sagacité du savant professeur de Lille, aussi ne sera-t-on nullement étonné de trouver sur 854 pages de son beau mémoire, 455 consacrées exclusivement à ce terrain, ajoutons que nulle part, sur le continent, le dévonien ne se trouve aussi développé et ne présente des problèmes aussi capables de piquer l'activité et l'intelligence du travailleur.

Il expose et discute les différentes classifications du terrain dévonien (chapitre VIII) et il en donne la suivante.

Classification du terrain dévonien par M. Gosselet.

Terrain.	*Série.*	*Étage.*	*Assises.*	*Zones.*
Dévonien ou mieux Devonique.	supérieure.	Famennien.	Schistes et calcaire d'Etrœungt.	
			Schistes de Sains.	
			Schistes de Mariembourg.	
			Schistes de Senzeilles.	
		Frasnien.	Schistes de Matagne.	
			Calcaire et schistes de Frasne.	à *Stromatactis.*
				à *Pachystroma.*
				à *Receptaculites Neptuni.*
	moyenne.	Givétien.	Calcaire de Givet.	à *Spirifer Orbelianus.*
		Eifélien.	Schistes de Couvin.	à *Stromatopora.*
	inférieure.	Coblenzien.	Grauwacke de Hierges.	à *Spirifer cultrijugatus.*
				à *Spirifer arduennensis.*
			Poudingue de Burnot.	
			Grès noir de Vireux.	
			Grauwacke de Montigny.	
			Grès d'Anor.	
		Gedinnien.	Schistes de Saint-Hubert.	
			Schistes bigarrés d'Oignies.	
			Schistes de Mondrepuits.	
			Arkose de Haybes.	
			Poudingue de Fépin.	

Le chapitre IX est consacré à l'étude de la discordance du terrain dévonien avec les couches plus anciennes. Il dit également quelques mots de la discordance le long de la bande du Condroz et dans le Brabant. Il termine ce chapitre par un aperçu de la géographie de l'Ardenne au commencement de l'époque dévonienne.

Les trois chapitres suivants s'occupent de l'étude du gedinnien qui est, après le cambrien, le plus important terrain de l'Ardenne : c'est le sous-sol des landes de Bastogne, de Paliseul, de Saint-Hubert, d'où sortent les sources de divers affluents de la Meuse, et de la Sure qui se jette dans la Moselle. La composition du gedinnien varie avec sa position géographique.

Sur le rivage sud de la presqu'île de Rocroy (chapitre X), on voit les diverses divisions de l'étage dévonien. Il donne les caractères lithologiques et paléontologiques, la distribution géographique et les particularités que les diverses assises peuvent présenter : arkose du Franc-Bois de Villerzie et autres roches métamorphiques.

Le chapitre XI s'occupe du gedinnien dans le golfe de Charleville et dans le bassin de Neufchâteau.

Il divise le gedinnien du bassin de Charleville en cinq assises :

1. Poudingue de Linchamps.
2. Schistes de Levrezy.
3. Quartzophyllades de Braux.
4. Schistes bigarrés de Joigny.
5. Schistes de Laforêt.

Il étudie les différents caractères, positions, dispositions et analogies de ces assises, sur le rivage de la presqu'île de Rocroy et sur la côte de Givonne. Il a observé que l'assise des schistes de Saint-Hubert est représentée au sud de la presqu'île de Rocroy par six zones qui sont les facies différents d'une seule et même assise. Ce sont :

1. Les phyllades de Laforêt.
2 Les schistes aimantifères de Paliseul.
3. Les schistes biotitifères de Bertrix.
4. Les grès de Libramont.

5. Les schistes gris de Sainte-Marie.
6. Les schistes ilménitifères de Bastogne.
7. Les quartzophyllades d'Aiglemont.

Ce sont les principales variétés de roches caractéristiques des régions métamorphiques des environs de Bastogne et de Paliseul. « Ces roches ne sont que des facies différents d'une seule et même assise, celle qui, dans le bassin de Dinant, porte le nom de schistes de Saint-Hubert. Ces variations de facies sont probablement le résultat à la fois de différences originelles dues à la sédimentation et des différences métamorphiques qui résultent des conditions où s'opérait la pression. »

L'étude du gedinnien sur les rivages de l'île de Stavelot et du Condroz (chapitre XII), montre un facies très différent de ceux des abords de la presqu'île de Rocroy. Trois assises entourent l'île de Stavelot :

1. Poudingue de Quarreux.
2. Arkose de Weismes.
3. Schistes bigarrés et psammites du Marteau.

Sur la côte du Condroz, le gedinnien présente les trois assises suivantes :

Poudingue d'Ombret.
Arkose de Dave.
Schistes et psammites de Fooz.

Tableau synoptique des divisions de l'étage gédinnien dans l'Ardenne.

Rivage nord de la péninsule de Rocroy.	*Golfe de Charleville et bassin de Neüfchâteau.*	*Ile de Stavelot.*	*Côtes du Condroz.*
	Schistes ilménitifères de Bastogne.		
	Schistes gris de Sainte-Marie.		
Schistes de St-Hubert.	Schistes biotitifères de Bertrix.		
	Schistes aimantifères de Paliseul.	Schistes bigarrés du Marteau.	Schistes et psammites de Fooz.
	Phyllades de Laforêt.		
Schistes d'Oignies.	Phyllades de Joigny.		
Schistes de Mondrepuits.	Quartzophyllades de Braux.		
Arkose d'Haybes.	Phyllades de Levrezy.	Arkose de Weismes.	Arkose de Dave.
Poudingue de Fépin.	Poudingue de Linchamps.	Poudingue de Quarreux.	Poudingue d'Ombret.

Il termine le chapitre par des considérations sur l'historique du gedinnien et sur l'origine de l'arkose. Voici comment il s'exprime au sujet de cette dernière roche :

« On est conduit à admettre que le feldspath et le quartz de l'arkose ont été apportés par des courants marins, après avoir été arrachés à des pegmatites ou à d'autres roches granitiques aujourd'hui inconnues. Les fragments de tourmaline, qui sont très abondants dans l'arkose, apportent une nouvelle preuve en faveur de cette opinion. »

Il établit cinq assises dans le **coblenzien.** Ce sont :

	Divisions de Dumont.
1. Grès d'Anor.	Taunusien.
2. Grauwacke de Montigny.	Hundsrückien.
3. Grès de Vireux.	Ahrien.
4. Schistes de Burnot	Eifélien quartzo-schisteux inférieur.
5. Grauwacke de Hierges.	Eifélien quartzo-schisteux supérieur (*pars*).

Les **grès d'Anor** ou **taunusien** (chapitre XIII) présentent trois facies fauniques, correspondant à autant de facies lithologiques, ce sont les facies grauwackeux ou Emseux (Ems), quartzeux ou anoreux (Anor), et phylladeux ou alleux (Alle).

Les caractères lithologiques, paléontologiques et la distribution géographique : 1° du taunusien sur le rivage sud du bassin de Dinant, ou grès d'Anor ; 2° dans le bassin du Luxembourg et en particulier dans le golfe de Charleville : phyllade d'Alle, qui a été exploité pour faire des ardoises à Alle, à Herbeumont, à Martelange, et à Neuf-Château; et 3° autour de l'île de Stavelot, facies anoreux; et alleux et 4° sur le rivage du Condroz, grès du bois d'Ausse, facies anoreux.

La **grauwacke de Montigny** ou **Hundsrückien** (chapitre XIV) est étudiée sur le rivage sud du bassin de

Dinant dans le détroit de La Roche et sur la côte méridionale de l'île de Stavelot, dans le golfe du Luxembourg et en particulier dans le golfe de Charleville, sur la côte Sud-Ouest et Nord-Ouest de l'île de Stavelot, et sur le rivage du Condroz, grès de Wepion (pars). Le hundsrückien est surtout formé de schistes grossiers, plus ou moins quartzeux, quelquefois calcarifères (Houffalize, Montigny sur Meuse, etc.); et de grès, Mormont.

Les **grès de Vireux** ou **ahrien** (chapitre XV) de couleur verdâtre, avec schistes de même couleur, sont également étudiés aux divers points de vue géologiques. Il y rapporte les grès de Wepion (pars), ainsi que d'autres grès et schistes rouges, des environs de Thuin et de Landeliés, et les grès verdâtres des environs de Dour.

L'assise du **poudinge de Burnot** (chapitre XVI) est essentiellement formée de schistes et de grès lie de vin, avec bancs subordonnés de poudingue, souvent d'aspect très pittoresque : Mur-du-Diable, à Pepinster, Caillou-qui-bique du bois d'Angre. Il en décrit les diverses particularités et caractères géologiques.

L'assise de la **grauwacke de Hierges** (chapitre XVII) présente deux facies principaux ; le facies méridional ou de Hierges est formé de grauwacke brunâtre fossilifère et de grès siliceux noirâtre ; il renferme deux zones fossilifères : l'inférieure à *Spirifer arduennensis* et la supérieure à *Spirifer cultrijugatus* ; il caractérise le sud du bassin de Dinant.

Le facies septentrional ou de Rouillon est formé de grauwacke compacte rouge amarante, il se trouve au Nord du bassin de Dinant. Dans le bassin du Luxembourg, il est représenté par les schistes de Wiltz, et les quartzites de Bierlé.

La partie moyenne du terrain dévonien présente trois faunes qui servent à caractériser les trois étages **eifélien, givétien** et **frasnien**, lesquels constituent un ensemble en rapport avec la structure pétrographique et, par conséquent, avec l'orographie de l'Ardenne.

Dans le chapitre XVII *bis*, M. Gosselet s'occupe surtout

de la théorie de M. Dupont sur l'origine et la structure des calcaires dévoniens. Ce géologue a distingué trois modes d'origine différents dans les calcaires dévoniens.

« Les uns, dus à la croissance non troublée des coraux, avec addition de fins matériaux qui remplissent les intervalles, sont formés de coraux entre-croisés, soudés par de la boue corallique; ils sont massifs et à peine stratifiés.

D'autres sont le résultat du broiement des coraux par l'action des vagues; ce sont des détritus coralliques, fragments, sables et boue, qui se sont stratifiés en se déposant.

D'autres enfin, plus ou moins impurs, ont comblé les interstices des récifs coralliens. »

M. Dupont a essayé d'expliquer leur origine en comparant leur disposition aux récifs coralliens de nos mers. Il les distingue en récifs frangeants et en îles coralliennes ou atolls, dont il indique les conditions différentielles.

Les uns s'étendent le long de la côte ardennaise en longues lignes ébréchées, comme les récifs frangeants; les autres constituent des groupes d'îlots coralliens disposés annulairement et séparés par des intervalles comblés par des schistes.

Après avoir analysé les idées émises par le Directeur du Musée royal d'histoire naturelle, M. Gosselet dit : « La théorie de M. Dupont est très logique, très séduisante; mais j'avoue ne pas pouvoir l'admettre sous ce rapport. Les schistes à calcéoles, inférieurs aux calcaires, sont pour moi plus anciens que ce calcaire, tandis que les schistes supérieurs sont plus récents; la lumachelle à Stringocéphales est plus ancienne que le récif givétien qui la surmonte; les schistes frasniens à *Spirifer orbelianus* et à *Receptaculites*, situés entre le calcaire givétien et le calcaire frasnien, ne sont nullement de même âge que les schistes à *Camarophoria megistana* et à *Spirifer pachyrhynchus* qui sont au-dessus. On ne pourrait sans fouler aux pieds toutes les lois de la paléontologie stratigraphique, admettre la contemporanéité de ces deux zones schisteuses, dont la faune est si différente, que si leur

composition minéralogique indiquait des facies distincts, ou si elles étaient assez éloignées l'une de l'autre, pour correspondre à des conditions géographiques différentes.

En un mot, je ne crois pas qu'il y ait lieu d'introduire de nouvelles lois stratigraphiques propres aux calcaires construits à l'époque dévonienne. »

Le chapitre XVIII traite de l'**eifélien** ou **schistes et calcaire** à *Calcéoles*.

Le chapitre XIX **Givétien**, s'occupe du **calcaire de Givet** à *Stringocéphales* et de quelques autres couches considérées comme dues à des récifs corrallins. Il l'étudie dans le bassin de Dinant, dans celui d'Aix-la-Chapelle, au sud de la crête du Condroz, dans le bassin de Namur où il se divise en deux assises :

1° Le poudingue de Naninne.

2° Calcaire d'Alvaux.

Le **frasnien** (chapitre XX) est le plus complexe du terrain dévonien. Il varie par sa faune et par sa nature pétrographique, suivant sa position géographique. Sur le littoral sud du bassin de Dinant, le frasnien présente les zones suivantes que l'on observe surtout aux environs de Givet :

1° Calcaire à *Stromatopora*.

2° Calcaire à *Aviculopecten Neptuni*.

3° Calcaire schisteux à *Spirifer Orbelianus*.

4° Schistes à *Receptaculites Neptuni*

5° Schistes à *Camarophoria formosa*.

6° Schistes à *Camarophoria megistana* et calcaire.

7° Schistes à *Spirifer pachyrhynchus* et calcaire rouge à *Stromatactis*.

8° Schistes à *Cardium palmatum*.

Les schistes rouge violacé de Barvaux constituent un facies particulier du frasnien supérieur.

Il divise, d'après M. Dupont, les calcaires frasniens du bassin de Dinant en deux zones. La première comprend les massifs de Philippeville, de Roly et de Rance ; elle est caractérisée par le développement des calcaires gris à *Pachystroma*. Il en examine les principaux plissements

et voûtes. La seconde, avec les massifs d'Hestrud, de Cousolre, de Boussignies et de Beaumont, se caractérise par la présence du marbre Sainte-Anne à *Diapora*. M. Gosselet y ajoute une zone pour les massifs de Ferrières-la-Grande et de Maubeuge, où dominent les calcaires noirs et bleu foncé. Le frasnien sur la bordure nord du bassin de Dinant, est représenté par différents schistes à *Acervularia* et calcaires, notamment à *Stromatopora*, *Cyathophyllum hexagonum*, *Spirifer Verneuili*, etc. A Labuissière, on rencontre du marbre Sainte-Anne, du calcaire noir passant à des calschistes noirs avec *Orthis striatula ;* un lit de schiste contient *Spirifer Bouchardi* et *Leptœna Ferquensis*. On retrouve des roches analogues dans les vallées de la Meuse et de l'Ourthe.

Sur le rivage sud du bassin de Namur, on trouve des schistes et calcaires rappelant ceux du bord de l'autre bassin, près de Boussu, Landelies, Le Roux, Huy, etc., et du calcaire à *Acervularia* à Engis.

Le frasnien du bassin d'Aix-la-Chapelle contient également des schistes et calcaires analogues et du marbre rouge.

Le frasnien du rivage nord du bassin de Namur est divisé en trois assises.

1° Grès et poudingue du Mazy.

2° Schistes et dolomie de Bovesse, divisé dans le Boulonnais en sept subdivisions.

3° Calcaire de Ferques, qui se subdivisent en :
Calcaire noduleux de Rhisne.
Marbre noir de Golzinne.
Calcaire de la ferme de Fanué.

L'historique du frasnien est longuement traité.

Après avoir exposé les caractères paléontologiques et lithologiques du **famennien** (chapitre XXI), comprenant les schistes de Famenne et les psammites du Condroz, il appelle l'attention sur les deux facies minéralogiques qui ont déterminé deux facies paléontologiques également différents. « L'étage est essentiellement schisteux au sud du bassin de Dinant, tandis qu'il est arénacé au nord; au

centre, on trouve un facies intermédiaire, où l'élément calcaire subordonné joue un rôle considérable. Ces trois facies se retrouvent avec un caractère un peu différent à l'ouest, au centre et à l'est du bassin de Dinant, tandis que dans le bassin de Namur, on ne connaît que le facies arénacé. »

Il étudie : 1. Le famennien dans le bassin de Dinant à l'ouest de la Meuse. Il fait connaître les divisions établies dans le facies schisteux, dont les types ont été pris dans la Fagne, au sud de l'arrondissement d'Avesnes : il est divisé en quatre zones paléontologiques :

1° Schistes de Senzeilles à *Rhynchonella Omaliusi.*

2° Schistes de Mariembourg à *Rynchonella Dumonti.*

3° Schistes de Sains à *Rhynchonella letiensis.*

4° Schistes et calcaire d'Etrœungt à *Spirifer distans.*

Dans le facies arénacé des environs de Maubeuge et de Jeumont, il distingue cinq assises :

1° Schistes de Colleret.

2° Grès de Cerfontaine.

3° Schistes de Choisies.

4° Psammites de Dimont.

5° Calcaire et schistes d'Etrœungt.

La zone intermédiaire s'observe entre Fourmies et Maubeuge et entre Sars-Poteries et Ferrières-la-Petite.

2. Le famennien montre dans le bassin de Dinant et dans la vallée de la Meuse, facies schisteux entre Givet et Agimont, facies intermédiaires à Hastières, et facies arénacé à Moniat. 3. Le famennien dans le bassin de Dinant entre la Meuse et l'Ourthe, est étudié dans les tranchées de la ligne du Luxembourg et sur les bords de l'Ourthe dont M. Mourlon a fait connaître, résultat de fructueuses recherches, le facies arénacé et celui du Condroz, ainsi que le facies arénacé dans la vallée de la Meuse. M. Gosselet donne une analyse étendue des recherches de M. Mourlon, en reproduisant une partie de ses nombreuses coupes. Quelques mots sur 4. le famennien dans le bassin d'Aix-la-Chapelle et sur 5. le famennien dans le bassin de Namur où il est arénacé, formé de psammites plus ou moins mélangés de

schistes, contenant de l'oligiste oolithique. Quelques mots d'historique terminent ce chapitre.

D'Omalius d'Halloy, et après lui Dumont et les autres géologues, avaient admis que le dévonien supérieur était terminé par les psammites du Condroz, recouvrant les schistes de Famenne. Dans le but d'y établir des subdivisions, à peu près à la même époque, M. Mourlon étudiait les psammites du Condroz et M. Gosselet les schistes de Famenne, dans lesquels l'un et l'autre ont établi plusieurs divisions. Leurs conclusions ne furent pas identiques. M. Mourlon soutint l'opinion de d'Omalius; M. Gosselet admit, au contraire, que les schistes de Famenne des environs d'Avesnes et les psammites du Condroz, constituent deux facies différents, mais contemporains. « Aucun autre géologue, dit M. Gosselet, n'a jusqu'à présent pris part à la discussion qui reste ouverte. Elle présente, du reste, un caractère tout à fait théorique, car nous sommes d'accord pour l'observation des faits. »

Le famennien avait été le moins étudié, de tout le dévonien ; quelques travaux locaux avaient été faits. Pour trancher la question, il fallait une étude comparative et d'ensemble, c'est à quoi M. Gosselet s'est livré. Il paraît avoir saisi les facies, les équivalences, questions qu'il a élucidées en étudiant les diverses coupes du dévonien dans les divers bassins et sur les différents bords des rivages cambriens et siluriens où se déposèrent ces sédiments.

	VALLÉE DE LA MEUSE.	LIGNE DU LUXEMBOURG.	VALLÉE DE L'OURTHE.
Assise d'Etrœungt	lcaire du ravin e Tayaux à *Pha-ps granulosus*		Calcaire encrinitique
Assise de Sains	ammites et cou-hes calcarifères Hastière ammites à pavés		Psammites calcarifères et psammites à végétaux d'Evieux
	ammites, grès et ancs calcariferes e Blaimont	Psammites d'Haversin	Grès à pavés de Montfort
	ammites calcari-ères d'Hermeton	Schistes calcarifères de la tranchée d'Haversin	Macigno de Souverain-Pré
Assise de Mariembourg	Psammites zo-ires de Jambiévaux	Schistes de Barse	Psammites d'Esneux
	histes du pont e Varacé	Schistes de Serinchamps	Schistes
Assise de Senzeilles	histes en face de leer	Schistes d'Hogne	

Tableau comparatif du famennien dans le bassin de Dinant.

	FAGNE de SAINS ET DE TRÉLON.	SARS-POTERIES.	MAUBEUGE.	BEAUMONT.	PHILIPPEVILLE.	VALLÉE DE LA MEUSE.	LIGNE DU LUXEMBOURG.	VALLÉE DE L'OURTHE.
Assise d'Etrœungt	Calcaire et schistes d'Etrœungt.	Calcaire et schistes de Sars-Poteries	Calcaire et schistes d'Aibes		Calcaire à crinoïdes	Calcaire du ravin de Tayaux à *Phacops granulosus*		Calcaire encrinitique
Assise de Sains	Schistes de Sémeries.	Schistes et psammites à végétaux	Rabat et grès de la ferme du Watisart		Psammites et schistes avec nodules et bancs calcaires	Psammites et couches calcarifères d'Hastière Psammites à pavés		Psammites calcarifères et psammites à végétaux d'Evieux
	Schistes de la gare de Sains	Schistes calcarifères de Dimont Schistes du Pain-de-sucre	Schistes verts et psammites		Psammites et schistes	Psammites, grès et bancs calcarifères de Blaimont	Psammites d'Haversin	Grès à pavés de Montfort
	Schistes calcarifères de Rainsart.	Schistes et psammites calcarifères de Choisies	Schistes et psammites calcarifères	Psammites Schistes cariés	Schistes calcarifères	Psammites calcarifères d'Hermeton	Schistes calcarifères de la tranchée d'Haversin	Macigno de Souverain-Pré
Assise de Mariembourg	Schistes de la fagne de Sains.	Psammites et schistes Grès	Grès de Cerfontaine	Grès Schistes et psammites	Psammites et grès Grès	Psammites zonaires de Jambiévaux	Schistes de Barse	Psammites d'Esneux
	Schistes de l'étang de Sains.		Schistes de Colleret	Schistes et psammites Schistes verdâtres	Schistes et psammites	Schistes du pont de Varacé	Schistes de Serinchamps	Schistes
Assise de Senzeilles	Schistes de l'étang de Hayon.				Schistes de la gare de Philippeville	Schistes en face de Heer	Schistes d'Hogne	

Le calcaire **CARBONIFÈRE** (chapitre XXII) est constitué par des roches qui peuvent être divisées en deux grandes catégories bien tranchées : les calcaires construits et les calcaires stratifiés. Les premiers sont massifs ; les seconds présentent toujours des traces manifestes de stratification. Il donne, d'après les travaux de M. Dupont, la classification suivante du sous-bassin de la Meuse, du calcaire carbonifère dans le bassin de Dinant. Il reproduit avec beaucoup de détails, également d'après M. Dupont, la coupe de la montagne d'Anseremme à Falmignoul, dans le massif de ce nom ; puis il s'occupe du massif de Dinant.

Constitution du calcaire carbonifère dans le bassin de Dinant, sous bassin de la Meuse.

Étage viséen *à Chonetes comoides* et *Productus undatus.*

Assise de Visé V 2.

V 2*d* Calcaire gris, bleu marbré, noir et gris bleu avec lits d'anthracite : *Productus giganteus.*

V 2*c* Brêche et calcaire bréchiforme.

V 2*b* Calcaire gris et noir compact ou bleu grenu à *Lithostrotion irregulare*, calcaire bleu marbré à *Productus undatus.*

V 2*a* Calcaire blanc et gris avec grains cristallins : *Productus cora, Chonetes papilionacea.*

Assise de Dinant V 1.

V 1*h* Calcaire très compact noir et gris avec lits de dolomie.

V 1*g* Calcaire gris alternant avec de la dolomie : *Productus sublœvis.*

V 1*f* Dolomie grise à larges paillettes.

V 1*e* Dolomie noire géodique à grains fins.

V 1*d* Dolomie brune à grains moyens et crinoïdes.

V 1*c* Calcaire noir, bleu et gris avec dolomie.

V 1*b* Calcaire noir compact avec bandes de phtanites noirs (calcaire à carreaux de Dinant).

V 1*a* Calcaire gris violacé et noir sub-compact avec des bandes et des rognons de phtanite gris.

Étage waulsortien à *Spirifer cuspidatus.*

W *p* Calcaire bleu et dolomie à crinoïdes avec larges bandes de phtanites blonds. (Remplissage des chenaux des récifs.)

W *o* Dolomie bigarrée ou non (calcaire à stromatoporoïdes ou amorphe altéré).

W *n* Calcaire gris et blanc subcompact (sable corallique).

W *m* Calcaire blanc veiné de bleu (récifs de stromatoporoïdes).

Étage tournaisien à *Spirifer tornacensis*

Assise de Chanxhe T 2.

T 2*a* Calcaire et dolomie à crinoïdes.

Assise des Ecaussines T 1.

T 1*e* Calcaire bleu à crinoïdes avec bandes de phtanites noirs (calcaire d'Yvoir).

T 1*d* Calschistes noirs (calcaire à chaux hydraulique de Tournai).

T 1*c* Calcaire bleu à crinoïdes et schistes intercalés à la base (calcaire des Ecaussines).

T 1*b* Schistes vert-sombre à *Spirifer octoplicatus.*

T 1*a* Calcaire bleu à crinoïdes avec lits de schistes intercalés.

Il fait ensuite connaître le calcaire de la région de la Sambre, dans lequel il distingue les huit assises suivantes :

1. Calcaire et schistes d'Avesnelles.
2. Calcaire de Marbaix ou des Ecaussines.
3. Calcaire de la Marlière ou de Waulsort.
4. Calcaire Bachant et de Dompierre.
5. Dolomie de Namur.
6. Calcaire des Ardennes ou du Haut-Banc.
7. Calcaire de Limont.
8. Calcaire de Saint-Hilaire ou de Visé.

Il étudie ces différentes assises géologiquement et géo-

graphiquement, en insistant sur les variations de facies, sur la brêche, etc. Il dit quelques mots du bassin d'Aix-la-Chapelle.

Dans le bassin de Namur, il fait connaître le calcaire carbonifère du rivage sud et du rivage nord que l'on observe surtout à Ecaussines, Soignies et Tournai.

Il termine par le carbonifère du Boulonnais dans lequel il distingue quatre assises :

1. Dolomie de Huré.
2. Calcaire du Haut-Banc à *Productus Cora*.
3. Calcaire Napoléon à *Productus undatus*.
4. Calcaire des Plaines d'Hardingen à *Productus giganteus*.

Il finit par l'historique du carbonifère.

Le chapitre XXIII s'occupe de l'étage **houiller** dont la partie supérieure contient les couches de houille, tandis que la partie inférieure présente un grand intérêt scientifique parce qu'elle forme le passage du calcaire carbonifère aux schistes houillers.

Il donne, d'après M. Purvès, les trois assises principales établies dans le houiller inférieur du bassin de Namur :

Assise inférieure : Schistes à *Posidonomyes* et phtanites.

Assise moyenne : Schistes et psammites avec houille maigre.

Assise supérieure : Grès grossier d'Andenne.

Les couches houillères exploitées dans le Nord de la France appartiennent au houiller moyen, tel que l'a défini M. Grand'Eury.

D'après la nature chimique de la houille, on y distingue quatre zones, qui sont, en commençant par les plus inférieures :

1° La zone de Vicoigne ou des charbons maigres.
2° La zone d'Anzin ou des charbons demi-gras.
3° La zone de Denain ou des charbons gras.
4° La zone de Bully-Grenay ou des charbons à gaz.

Des ridements, plis et failles (chapitre XXIV) ont modifié la disposition originelle de l'Ardenne.

Un premier ridement a redressé et plissé les couches de

l'Ardenne avant l'époque dévonienne. Ce mouvement est postérieur aux couches supérieures de la bande de Sambre-et-Meuse, sur lesquelles repose le gédinnien : il est donc antérieur à ce dernier dépôt. On ne peut dire si le terrain silurien du Brabant a été redressé en même temps que le terrain cambrien de l'Ardenne. Le sol de l'Ardenne présente des preuves manifestes d'une poussée du Sud vers le Nord. Le ridement produit fut suivi de l'émersion de toute la contrée.

Après les époques gédinniennes et coblenziennes se produit le ridement du Hundsrück. L'auteur nous fait connaître la géographie de l'Ardenne aux époques eifelienne, givétienne, frasnienne, famennienne, carboniférienne, houillère.

« Lorsqu'à l'époque secondaire, l'Océan revint de nouveau en prendre possession, la géographie du Nord de l'Europe s'était complètement modifiée Une série de mouvements, connus sous le nom de ridements du Hainaut, avait plissé les couches dévoniennes et carbonifères, et, sur ce sol disloqué, il s'était formé des montagnes et des vallées comparables à celles de nos jours. »

La direction des nouvelles rides varie avec leurs positions géographiques. Les différences qu'elles présentent sont en rapport avec les anciens rivages et l'on voit s'y réfléchir la structure du sol, telle qu'elle était au début de l'époque dévonienne. Elle indique qu'il y a rapprochement des anciennes îles Ardennaises vers le continent du Brabant, par suite de l'enfoncement considérable du bassin de Namur. L'âge du ridement du Hainaut est anté-jurassique et probablement anté-triasique.

L'affaissement graduel et continu des bassins dévoniens et carbonifères a commencé à se produire dès le début du dévonien, parfois avec des intermittences et des alternances d'affaissements et de soulèvements. La cause de ces affaissements, qui se continuèrent pendant l'âge secondaire, réside dans le refroidissement séculaire de notre planète.

L'enfoncement des parties basses, le relèvement des saillies eut comme résultat, divers mouvements qui devaient

rencontrer des obstacles locaux qui produisaient des courbures et des ruptures, des plis et des failles. Ces divers accidents géologiques sont traités avec beaucoup de détails.

Les plis en *clinoses* peuvent être distingués en petits, moyens et gros. Les petits plis ou *microclinoses*, s'observent dans certains phyllades ou schistes phylladiques d'aspect gauffré qui indiquent que la roche a été comprimée dans la direction même du feuillet. Ils n'affectent qu'une ou deux couches. Les plis moyens ou *mésoclinoses*, affectent un nombre plus ou moins considérable de couches, mais ils sont généralement limités à une seule assise : on les distingue d'après leur forme en plis synclinaux, *synclinoses*, anticlinaux, *anticlinoses*, uniclinaux ou isoclinaux, *isoclinoses*, plis en S, *triclinoses*. Les plis existent surtout dans les centres des bassins. Les grands plis ou *mégaclinoses*, sont ceux qui affectent plusieurs assises : voûtes givétiennes au milieu du frasnien, du famennien entre le carbonifère, cuvette des schistes houillers, au milieu des bandes du calcaire carbonifère.

Les ruptures ou *clases* se divisent, d'après M. Daubrée, en *diaclases* ou joints, *paraclases* ou failles. Les diaclases, très fréquentes, produisent dans les roches schisteuses et psammitiques des parallélipipèdes pseudo-réguliers. Les paraclases très abondantes dans l'Ardenne, se divisent, d'après leur amplitude, en trois catégories correspondant aux catégories de plis. Les *microparaclases* accompagnent les microclinoses. Les *mésoparaclases* affectent plusieurs couches, et elles ramènent des roches de nature différente dans le prolongement l'une de l'autre. D'importance stratigraphique généralement faible, elles apportent néanmoins des obstacles dans l'exploitation du terrain houiller.

Les *mégaparaclases*, remarquables par leur amplitude, affectent plusieurs zones ou assises, complètent et caractérisent la stratigraphie des régions disloquées. Elles peuvent être dues à un mouvement latéral, à un simple affaissement ou au deux causes réunies. En Ardenne, il est préférable de les diviser d'après les relations établies entre les divers éléments stratigraphiques. En suivant cet ordre

d'idées, M. Gosselet établit une première division des mégaparaclases d'après la direction du plan de la faille par rapport à celle des strates. Il les subdivise en *isoparaclase* si le plan de la faille est presque parallèle à celui de la stratification, *proparaclase*, s'il lui est plus ou moins perpendiculaire, *anisoparaclase*, s'il lui est plus ou moins oblique, et suit à peu près la direction des affleurements. Un ensemble de paraclases voisines, de même structure, et pouvant être considérées comme produites par une seule et même dislocation, est une *homœoparaclase*. Des failles dues à des mouvements d'ascension et de descente, compliquées de mouvements dans le sens latéral, constituent les *epiparaclases*. Les proparaclases rejettent les couches dans un sens ou dans l'autre. Les *cataparaclases* sont des dislocations par descente.

Les *épiparaclases*, failles les plus importantes de l'Ardenne, se produisent plus particulièrement au centre des bassins, par suite du rapprochement des deux bords. C'est le terme extrême de l'effort qui a plissé les couches intérieures. La grande faille, faille eifélienne, faille du Midi, qui limite au Sud le bassin houiller franco-belge et qui sépare le bassin de Namur du bassin de Dinant, est une épiparaclase. Il décrit cette faille et quelques autres, les accidents qui en résultèrent, les lambeaux de poussée, etc. Parlant de l'accident de Boussu, expliqué par MM. Cornet et Briart, par de nombreuses failles dues à l'abrasion des terrains primaires, M. Gosselet croit qu'il est dû à l'affaissement progressif du bassin de Namur.

Le métamorphisme (chapitre XXV), autre sujet spécial du savant maître de Lille, lui a fourni, pour l'Ardenne, un vaste champ d'exploration. Dumont, auquel appartient l'honneur d'avoir, le premier, étudié le métamorphisme en Ardenne, y distingua trois zones de métamorphoses : la première qui transforma les roches arénacées et schisteuses du cambrien de l'Ardenne en quartzites et en phyllades ; la seconde qui eut une action analogue sur les schistes et grès gédinniens et coblenziens, zone métamorphique de l'Ardenne ; et la troisième qui donna aux roches précédentes

une structure plus cristalline, en y faisant naître des cristaux d'aimant et de grenat, des lamelles d'ottrélite et de bastonite, zone métamorphique de Paliseul. Il y a, en outre, les petites zones aimantifères de Sainte-Cécile et de Salm-Château ; et la grande zone métamorphique du Brabant, où le métamorphisme a fait naître dans des roches schisteuses l'albite, l'orthose, l'aimant, l'ottrélite, la chlorite, etc. Donc action qui a transformé les roches et une autre qui a développé dans celles-ci, des minéraux nouveaux.

L'origine de la structure des phyllades et des quartzites est due à la pression exercée sur les roches sédimentaires par la pression qui les a plissées, aidée de l'eau suréchauffée produite par la même action mécanique. Les deux premières phases attestent un métamorphisme régional, produit loin de tout affleurement de roche éruptive. Dans d'autres zones métamorphiques signalées par Dumont, il s'est formé des minéraux qui paraissent indiquer l'ingérence de phénomènes plutoniens ; c'était l'idée de ce grand géologue. M. Renard attribue le métamorphisme de Bastogne à des actions mécaniques, qui ont mis en jeu les affinités chimiques.

MM. Ch. Barrois, Dupont, von Lassaulx, défendent la théorie plutonienne. Ce dernier surtout, après avoir trouvé le granite de Lammersdorf.

Il y a eu plusieurs époques de métamorphisme pour l'Ardenne, et il se montre dans différentes conditions. On peut distinguer un métamorphisme stratique, caractéristique d'une ou d'un ensemble de couches : Phyllades aimantifères de Deville, schistes aimantifères de Paliseul, schistes biotitifères et ilménitifères.

Un métamorphisme local s'est manifesté dans certaines conditions qui peuvent, pour l'Ardenne, se diviser en cinq groupes : « Il y a métamorphisme :

1° Dans la formation de voûtes anticlinales, sous l'effet même de la flexion ;

2° Dans une cuvette synclinale, sous l'influence du resserrement des deux bords ;

3° Sur les parois d'une faille anisoparaclase ou épiparaclase, par résultat de la friction et de l'écrasement ;

4° Le long d'une faille isoparaclase, pour une cause analogue ;

5° Au contact de deux couches ordinairement en stratification discordante, par l'effet du glissement. »

Le métamorphisme dans les voûtes anticlinales ou métamorphisme de flexion a transformé les schistes compacts devoniens en Cornéite : Bastogne, Bertrix, Serpont ; et les arkoses en porphyres : arkose porphyrique de Bièvre. Les phyllades aimantifères de Monthermée, les schistes biotitifères de Salm-Château, correspondent à une courbure de couches.

L'arkose métamorphique du Franc-Bois de Willerzie fournit un des meilleurs exemples de métamorphisme produit par resserrement synclinal ou uniclinal, ainsi que l'arkose métamorphique de Lammersdorf.

Dans le métamorphisme par épiparaclase, il y a resserrement, compression, glissement, c'est à cette cause que sont dus les schistes ottrélitifères de Seviscourt (phyllade ottrélitifère à grandes paillettes de Serpont, d'André Dumont), que M. Gosselet a trouvés en place et dont il a fixé la véritable position ; et les schistes ottrélitifères de Vielsalm.

Les isoporaclases ont aussi produit des phénomènes de métamorphisme : Failles de Remagne et d'Harzé.

C'est à la même cause que sont dus les grès métamorphiques du bois du Coret à Libramont, les cornéites et filons de bastonite de Sainte-Marie, de Bastogne et de Bertrix, les roches grenatifères et amphiboliques des environs de Bastogne, etc., l'arkose métamorphique d'Harzé.

Le cinquième cas de métamorphisme se produit au contact de deux terrains différents, par suite d'une disposition exceptionnellement concordante. C'est lorsque entre deux couches discordantes, un glissement les rend concordantes : Poudingue ottrélitifère de Bogny et du Corbeau produits par la concordance exceptionnelle du poudingue de Fépin sur les phyllades cambriens de Bogny.

Les faits de métamorphisme de l'Ardenne s'expliquent

presque tous par la chaleur développée par des actions mécaniques, en exceptant les salbandes des porphyroïdes et du granite de Lammersdorf.

Dans ses études sur « L'Ardenne depuis l'ère primaire » (chapitre XXVI), il nous montre les phases successives que cette région a subies.

Au commencement de la PÉRIODE TRIASIQUE, le continent ardennais constitue une région émergée. Le golfe du Luxembourg communique avec le golfe du Rhin par un détroit, comblé par les premiers sédiments triasiques, mais continuant à communiquer, l'un et l'autre, avec la mer qui couvrait le centre de l'Allemagne, entre le Taunus et le Thüringerwald.

Les trois lambeaux triasiques de Malmedy, de Stavelot et de Basse-Bodeux, à l'extrémité N. de l'Ardenne, situés dans le prolongement l'un de l'autre, peuvent être considérés, comme produits dans trois lacs traversés successivement par un fleuve, qui venait des environs de Marche et de Rochefort et qui se rendait dans la mer triasique, près de Zülpich.

Le littoral de l'Ardenne a subi, pendant la PÉRIODE JURASSIQUE, plusieurs mouvements, qui donnèrent lieu à des stratifications transgressives et à des oscillations, qui se manifestèrent pas le changement de nature des sédiments. Lorsque la mer jurassique vint recouvrir la terre ardennaise, émergée depuis si longtemps, elle dut y trouver une série de formations continentales pré-jurassiques, qu'elle enleva, ou qui disparurent par les ravinements des époques postérieures.

Il existe, en dehors des limites généralement admises, des lambeaux jurassiques, qui indiquent une plus grande extension, ce qui prouve que, si l'Ardenne continentale est hors de doute, on peut discuter sur l'emplacement des anciennes côtes. A la fin de la période jurassique, on observe l'enfoncement du bassin de Paris, vers lequel afflue la mer qui s'éloigne constamment de l'Ardenne en se concentrant dans le Sud du bassin de Paris. Ce mouvement d'enfoncement du bassin, donna naissance à des failles parallèles aux couches sur le littoral de l'Ardenne.

Au commencement de la PÉRIODE CRÉTACÉE, l'Ardenne faisait partie de la ceinture continentale du bassin de Paris. Il ne s'y formait que des dépôts alluviaux, lacustres ou fluviatiles. Ils furent réunis par Dumont, sous les noms d'Aacheniens et de Geyseriens. Mais on sait aujourd'hui que ces amas de sable, d'argile, etc , peuvent être d'âges très différents. On a trouvé comme ancien sol pré-crétacé, soit du limon, soit des produits d'altération des roches plus anciennes : des calcaires à Tournai, les dépôts fluviatiles de Bavay et de Soignies, ceux à Iguanodons de Bernissart, des minerais de fer, etc.

A l'époque cénomanienne tout le prolongement occidental de l'Ardenne, s'abaisse sous le niveau de la mer. A l'époque sénonienne, l'Océan gagne vers le Nord de l'Ardenne, de manière à recouvrir une partie de la Belgique ; son rivage méridional s'étendait d'Aix-la-Chapelle à Valenciennes. On a observé quelques formations continentales pré-sénoniennes dans les endroits où ce crétacé recouvre des formations primaires. Le Sud de l'Ardenne s'élève, la partie Nord s'abaisse : ce mouvement de bascule s'exagère à l'époque danienne et les points les plus élevés de l'Ardenne septentrionale plongent sous la mer crétacée. On trouve sur le plateau des Hautes-Fanges, depuis Spa jusqu'à la baraque Michel, une couche de silex jaunâtres fossilifères daniens. Un bras de cette mer passe par Folx-les-Caves, Mons et l'Entre-Sambre-et-Meuse, Pry, près Walcourt, etc.

Au commencement de L'ÈRE TERTIAIRE, à la période éocène, le Nord de l'Europe subit un mouvement d'exhaussement et les mers se concentrent dans les parties les plus profondes des bassins. Pendant la seconde partie de l'époque landenienne, la mer envahit le continent ardennais et y dépose des sédiments, des argiles et des sables que l'on rapporte à une origine marine : sables tertiaires au pied de l'Ardenne, sables tertiaires, argile plastique, etc., plus ou moins stratifiés, déposés en poches dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, sables du plateau dévonien de l'arrondissement d'Avesnes, sables des plateaux cambriens de Rocroy et des Hautes-Fanges, ainsi que les grès quartzites éocènes qui

accompagnent les sables précédents, ou qui existent seuls dans certaines localités, dont le nombre va sans cesse en augmentant.

Quant à la période oligocène, on peut y rapporter comme formation continentale, les sables et argiles d'Andenne. A la fin du miocène et au commencement du pliocène, la mer s'approche de nouveau des bords de l'Ardenne.

L'ÉPOQUE QUATERNAIRE donne à l'Ardenne son dernier relief, en n'y laissant qu'un petit nombre de dépôts. Il s'est passé des phénomènes de dénudation atmosphérique. Les stratifications transgressives et les empiètements d'étages dénotent l'existence d'anciens rivages, quoiqu'il y ait eu bien des ravinements et bien des dénudations. Mais sans recourir à l'abrasion des couches primaires, on peut démontrer que les diverses assises, à de rares exceptions près, ont bien été déposées, sans intermédiaire préalable, sur les couches primaires où elles gisent. En l'absence, à la surface du massif cambrien de Rocroy, de témoins de l'existence des couches dévoniennes, en présence de la différence minéralogique des assises d'un côté et de l'autre du massif, différence suffisante pour prouver qu'il existait une barrière infranchissable entre le bassin de Dinant et le golfe de Charleville, etc., il faut bien admettre que les massifs cambriens n'ont pas été recouverts par le dévonien.

Par suite de l'altération constante des roches primaires, il s'est formé et il se forme encore sur les plateaux de l'Ardenne, du limon, de l'oxyde de fer et de la tourbe. Certain limon fin paraît être d'origine éolienne, c'est-à-dire amassé par le vent. On trouve du limon sur les plateaux cambriens, sur le dévonien inférieur, et dans l'Entre-Sambre-et-Meuse; des minerais de fer et des sources ferrugineuses; des tourbières sur les plateaux de Rocroy et des Hautes-Fanges.

Quant à savoir s'il y a eu des glaciers en Ardenne, M. Gosselet croit qu'il y aurait peut-être à faire intervenir, pour expliquer le transport des blocs et des formations des stries, les glaces charriées par les cours d'eau lors de la fonte annuelle.

La Meuse au lieu de suivre la pente naturelle du sol, qui la dirigeait vers le bassin de Paris, s'est frayée un chemin à travers le massif montagneux de l'Ardenne. M. de la Vallée-Poussin a supposé que le cours de la Meuse date des temps géologiques, d'une époque où le relief du sol n'était pas ce qu'il est maintenant. Il est probable que pendant la période jurassique, des cours d'eau coulaient du plateau de l'Ardenne vers le bassin de Paris. La vallée de la Meuse, si elle existait, avait sa pente vers le Sud. Pendant la période crétacée, la pente fut vers le Nord. C'est de l'époque landenienne que M. de la Vallée-Poussin fait dater d'une manière précise la vallée actuelle de la Meuse. La vallée profonde et sinueuse se fit peu à peu par le fait de l'érosion. C'est dans la structure géologique qu'il faut chercher l'origine de toutes les particularités : boucles, replis, etc., de toutes les anomalies apparentes que nous offrent la Meuse et les rivières actuelles.

Les alluvions des vallées datent de la période quaternaire. Il y a dans la vallée de la Meuse, lorsqu'elle est un peu large, sur la rive en pente douce, une terrasse de limon et de gravier, qui s'élève jusqu'à l'altitude de 50 mètres et que l'on peut rapporter à l'époque quaternaire. Les galets appartiennent aux roches dures ardennaises, quelques-uns viennent des Vosges. A 80 mètres environ au-dessus du niveau de la Meuse, on trouve les restes d'une terrasse plus ancienne. Elle peut s'élever jusqu'à 160 mètres d'altitude au-dessus du niveau de la Meuse. Elle est couverte de cailloux roulés et de limon. Dans la vallée, il s'est déposé des alluvions qui s'élèvent jusqu'à 30 mètres au-dessus du niveau de la rivière et y forment souvent une petite terrasse dont l'âge est indéterminé. Le courant de la Meuse diluvienne a dû être assez fort pour empêcher la formation de cônes de déjection au confluent des vallées secondaires avec la vallée principale. Il n'y a guère d'exception que pour le ravin de Mardeuil, qui débouche dans la Meuse, vis-à-vis de Nouzon.

La vallée de la Meuse, au Nord de Givet, est un sillon abrupt, profond de 90 mètres, large de 400 mètres dans le bas et de 700 mètres environ dans le haut.

Dans : Addenda et corrigenda, M. le professeur Gosselet rend compte des travaux et découvertes qui furent faits pendant l'impression du présent Mémoire, lequel commencé en 1883, ne fut achevé qu'en 1888.

La composition et la structure des phyllades a été étudiée par M. Renard qui les a trouvés constitués de séricite 37 à 47 %, de quartz 30 à 46 % dominant, de chlorite 6 à 18 %, et dans les phyllades violets de Fumay, 6, 23 d'oligiste, plus du rutile (et quelquefois limonite et magnétite).

MM. De la Vallée-Poussin et Renard pensent que les porphyroïdes que von Lasaulx avait rapprochés des porphyres, appartiennent plutôt par l'ensemble de leurs caractères minéralogiques aux micro-granites gneissiques. Il note l'identification, faite par nous, au moyen des caractères paléontologiques des schistes noirs de Huy et de Sart-Bernard avec ceux d'Arenig en Angleterre.

Il cite encore différentes observations se rapportant à l'eurite de Gembloux et de Nivelles, à la discordance du terrain dévonien avec les couches plus anciennes, et quelques observations sur différents autres points des terrains primaires.

En finissant, je suis heureux d'offrir à l'auteur le faible tribut de mon admiration et du plaisir que j'ai éprouvé en parcourant un ouvrage, où tous les faits et observations sont si admirablement coordonnés et si bien discutés.

Pendant de longues années, M. Gosselet a étudié les terrains primaires; il les a analysés, disséqués, les recherchant sur les bords et au milieu des bassins, dressant des coupes, faisant l'analyse, attendant de longues années avant d'en faire la synthèse, qui finit par arriver, avec d'autant plus de raison de représenter la vérité, que les faits et les comparaisons accumulés ont été plus nombreux.

Quelques travaux n'ont peut-être pas été analysés ou cités, on aura certainement des observations à présenter à quelques-unes de ses déductions. Nous sommes loin d'être d'accord avec M. Gosselet sur quelques points se rapportant à la manière d'expliquer la constitution du

massif des terrains anciens du Brabant; et surtout pour la bande de Sambre-et-Meuse dont j'avais depuis longtemps pressenti et observé le grand degré de complication.

Les excellentes listes de fossiles peuvent être citées comme des modèles à suivre; elles ont été dressées avec un soin admirable; elles ont dû demander énormément de peine à l'auteur; celui-ci ne produisait, sous le rapport des textes et des figures, que des indications authentiques recueillies et vérifiées par lui-même.

Il donne des considérations des plus intéressantes, exposées d'une façon claire et toujours attrayante ; le tout accompagné de coupes nombreuses, bien décrites. L'ouvrage est enrichi de nombreuses esquisses ou cartes représentant l'état de l'Ardenne à ses diverses périodes, aux époques gedinnienne, coblenzienne, eifélienne, givétienne, frasnienne, famennienne, carboniférienne, etc., etc.

Somme toute, le beau mémoire de M. le professeur J. Gosselet sur l'Ardenne constitue un des ouvrages les plus remarquables qui aient été publiés sur la géologie de la Belgique : il sera consulté des plus fructueusement par tous les adeptes de la science.

C. Malaise.

Lithologie et Stratigraphie du bassin houiller de Commentry

PAR

M. H. FAYOL,

Directeur des houillères de Commentry.

Depuis un an, la Société Géologique avait bien voulu me charger d'analyser l'ouvrage de M. H. Fayol, sur le terrain houiller de Commentry.

Par des circonstances multiples et indépendantes de ma volonté, j'ai dû ajourner successivement l'examen de cette étude, en lui-même considérable. Repris à moments clairsemés de loisirs, je n'ai pu en faire une lecture utile qu'en m'y consacrant une bonne fois sans désemparer.

Je savais que le côté typique de cet ouvrage était l'exposé d'une théorie nouvelle sur la formation houillère dont il s'agit. C'était, au milieu des nombreuses considérations lithologiques locales, l'objectif essentiel pour ceux qui adonnés avant tout à la stratigraphie des bassins houillers belge et circonvoisins, n'ont qu'un intérêt secondaire à l'analyse méticuleuse d'une formation ayant un facies tout spécial, telle que celle du bassin de Commentry, et pour la description de laquelle les connaissances professionnelles approfondies de l'auteur se sont donné libre carrière.

Ces éminentes qualités descriptives ont peut-être nui, dans le cadre de cet ouvrage, au sujet principal : celui-ci pourra, à quelques lecteurs, paraître un peu dilué dans des descriptions qui, à certains moments, font perdre de vue l'objet fondamental de l'œuvre. Aussi peut-on se demander si le plan n'aurait pu être conçu mieux en vue

de ce but. Je crois pouvoir me permettre cette observation d'ensemble, surtout si l'auteur a l'intention de généraliser sa théorie à tous les bassins houillers, ce qui semble rentrer dans son programme.

Ma réserve est, au surplus, une demi-excuse à la lenteur que j'ai apportée dans l'exécution de ma tâche, parce que je dois avouer que ce plan m'a quelque peu dérouté, et forcé souvent de revenir sur mes pas. La table des matières, feuille de route dans l'analyse d'un livre quelconque, semble justifier cette critique.

Avant d'aborder l'examen du sujet principal, je dois ajouter que l'auteur expose *in terminis* les résultats de ses expériences fort sagaces tendant à démontrer, entr'autres, la formation des dépôts sédimentatres, non pas horizontalement, mais sur des pentes variables jusqu'à 40° maximum ; c'est la base initiale de sa doctrine géogénique dont voici l'exposé :

La formation houillère de Commentry se serait produite dans un lac à l'instar des deltas lacustres. D'autres gisements du même genre se seraient effectués dans la mer, à l'embouchure des fleuves, en dehors de l'intervention des cours d'eau torrentiels.

Laissons du reste parler l'auteur :

« Les couches de houille se sont formées de la même manière que les couches de schiste et de grès ; les matières végétales charriées par les cours d'eau en même temps que du limon, du sable et des galets, se sont tantôt disséminées au milieu des sédiments minéraux, tantôt amoncelées en couches ou amas plus ou moins purs. De même que le limon, charrié simultanément avec des éléments grossiers, se fixe en partie au milieu de ces éléments et forme en même temps des couches distinctes, de même les débris de plantes, qui sont, au point de vue sédimentaire, l'équivalent des fines particules minérales, restent en partie au milieu des sédiments grossiers et se déposent plus particulièrement avec le limon ou dans son voisinage. Tous les restes de plantes que renferme le terrain houiller, arbres couchés ou debout, grains de

houille, amas, couches, proviennent de matériaux charriés. »

Ainsi donc, l'auteur, partant de l'hypothèse que les couches se sont déposées en pente, croit être parvenu, à la suite d'expériences, à expliquer la formation de Commentry tout d'abord, par le transport simultané de toute espèce de débris minéraux et végétaux ; les sables se déposèrent après les galets, les schistes après les sables, et enfin la houille se serait superposée.

De la dispersion de la houille dans les roches de Commentry, l'auteur conclut qu'elle s'est constituée sous l'eau, et soutient que les arbres rencontrés debout ne sont pas à leur endroit natal : « Tout, dit-il, peut se concevoir assez facilement dans l'hypothèse du remplissage d'un lac profond par divers affluents ; tout devient obscur, inexplicable dans l'hypothèse de l'horizontalité primitive des couches et des affaissements du sol. »

Pour apprécier la durée de la formation houillère de Commentry, l'auteur déclare avoir supputé à 15 milliards de mètres cubes le volume primitif de ce terrain houiller : « il suffirait donc, dit-il, de quatre petites rivières débitant 10me par seconde, pour charrier en 270 siècles une quantité de matériaux égale à celle qui a constitué ce terrain houiller. »

Ce qui précède semble permettre de croire que M. Fayol veut généraliser sa thèse. Le passage suivant ne laisse plus de doute à cet égard : « Je crois qu'il faut attribuer la plupart des erreurs qui ont eu cours sur l'origine de la houille à une insuffisante connaissance des phénomènes sédimentaires ; dès qu'une hypothèse a paru susceptible d'expliquer l'accumulation des matières qui ont donné naissance au précieux combustible, on l'a facilement admise sans trop chercher à la mettre d'accord avec les conditions de formation des grès et des schistes qui entrent cependant pour plus des $^{9}/_{10}$ dans la masse totale du terrain houiller ; les mouvements du sol les plus extraordinaires et d'invraisemblables arrêts et retours de végétation ont été imaginés là où il suffisait d'avoir recours au jeu ordinaire des phénomènes sédimentaires les plus simples. »

Ces déclarations sont assez catégoriques pour conclure que l'auteur désire *a priori* généraliser sa démonstration à toute formation houillère.

Ce n'est point le moment de discuter cette opinion, ma mission actuelle étant purement analytique. Toutefois, ce qui précède expose succinctement le but et la portée de l'œuvre considérable consacrée par l'auteur au bassin houiller de Commentry, et qui ne comprend pas moins de 531 pages avec un atlas des plus soignés, de 25 planches grand format.

Quant à la contexture de cet ouvrage, il comporte trois parties : la 1re est consacrée à l'examen du mode de formation des terrains houillers en général, la 2e à celui du bassin de Commentry en particulier, la 3e à une étude sédimentaire envisagée spécialement au point de vue de l'origine des deltas.

Quoique le titre de la 1re partie ne semble viser que des généralités géogéniques, l'auteur prend comme point de départ et presque à son insu peut-être, le bassin qu'il a disséqué d'une manière approfondie en cherchant à faire rentrer dans son mode de formation celle des bassins de haute mer. Ainsi, d'après M. Fayol, « la formation du nord de la France s'est effectuée dans la mer à l'embouchure des fleuves qui charriaient une forte proportion de limon. »

Il explique comme suit la présence de fossiles marins : « un déplacement d'embouchure peut laisser revenir l'eau salée et les organismes marins là où dominaient auparavant l'eau douce et les sédiments charriés par le cours d'eau; si le cours d'eau revient ensuite à sa position première, une couche marine se trouvera intercalée entre deux couches d'origine détritique. »

Je doute que cette explication satisfasse beaucoup de géologues.

La 2e partie de l'ouvrage, intitulée : « Etudes sur le bassin de Commentry, » est divisée en 5 sections, savoir :

La 1re relative à la description sommaire du bassin; la 2e à celle du terrain primitif, c'est-à-dire du terrain servant

d'assise au houiller et des roches éruptives disséminées dans cette région, les gneiss, micaschistes, granites, porphyres, barytines, etc ; la 3e section comporte l'examen du terrain houiller proprement dit ; elle comprend 9 chapitres, subdivisés à leur tour en sous-sections et paragraphes, avec entêtes distincts.

Ces chapitres sont afférents à la description :

1° des roches à gros éléments ;

2° des grès, schistes et roches diverses;

3° de la houille ;

4° des tiges debout du terrain houiller et de l'origine et du mode de dépôt de ces tiges ;

5° de particularités diverses ;

6° du mode de formation du terrain houiller et des couches de houille de Commentry ;

7° de la durée de la formation du terrain houiller de Commentry ;

8° de l'âge relatif du terrain houiller de Commentry ;

9° enfin du climat de la région de Commentry à l'époque houillère.

C'est dans cette section notamment que l'abondance des détails dans un groupement, subdivisé peut-être outre mesure, rend la lecture de l'ouvrage pénible au point de vue de l'affiliation et de l'enchaînement des faits comme des déductions. Il est vrai que les chercheurs pourront y découvrir les renseignements les plus circonstanciés sur les moindres particularités du dépôt dont il s'agit.

Par contre, la troisième partie, renfermant les études sédimentaires de l'auteur, est certes des plus intéressantes; elle attachera le lecteur tant par la portée scientifique de ces recherches que par les déductions que l'on peut en tirer pour une formation houillère circonscrite telle que celle de Commentry.

En résumé, l'œuvre de M. Fayol, qui doit comporter une 4e partie sur les *Etudes monographiques*, est la reproduction en quelque sorte photographique du gisement étudié ; à ce point de vue, elle est typique et l'on y rencontre les soins méticuleux de l'auteur dans ses

descriptions les plus intimes de l'étude laborieuse à laquelle il s'est livré. Les planches annexées à l'ouvrage corroborent cette appréciation faite sans réserve.

Au point de vue de la théorie nouvelle, émise par l'auteur, j'ai fait pressentir à suffisance que si elle peut recueillir des adhérents pour le cas particulier de Commentry ou pour des cas similaires, je serais étonné qu'elle ne rencontrât pas les objections les plus sérieuses du moment où il s'agirait de la synthétiser à toute formation houillère.

Quoi qu'il en soit, les contradicteurs de M. Fayol seront heureux qu'il ait provoqué des discussions sur la géogénie de la houille, question qui avait été un peu délaissée en ces derniers temps. La science est un champ ouvert à tout venant, et la production d'une théorie nouvelle est, en thèse générale, un service rendu aux progrès scientifiques.

A ce point de vue encore, je ne puis que féliciter M. Fayol d'avoir en quelque sorte rouvert le débat sur ce sujet.

RENIER MALHERBE.

LISTE DES OUVRAGES

REÇUS EN DON OU EN ÉCHANGE

PAR LA

SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE

Depuis la séance du 2 décembre 1888 jusqu'à celle du 21 juillet 1889 (1).

DONS D'AUTEURS.

Bergeron, J. Sur la présence de la faune primordiale (Paradoxidien) dans les environs de Ferrals-les-Montagnes (Hérault). Paris, 1888. in 4°.

Blytt, A. On variations of climate in the course of time. Christiania, 1886.

— The probable cause of the displacement of beach-lines, an attempt to compute geological epochs. Christiania, 1889.

— The probable cause of the displacement of beach-lines. Second additional note. S. l., 1889.

Briart, A. Etude sur les dépôts gypseux et gypso-salifériens. Liége, 1889.

Carez, L. Sur le terrain crétacé de la vallée du Rhône et spécialement des environs de Martigues. Paris, 1888.

— Extrait de l'annuaire géologique universel, t. IV, partie régionale, Iles Britanniques et France. Paris, 1889.

Clerici, Enrico. Sulla natura geologica dei terreni incontrati nelle fondazione del palazzo della Banca Nazionale in Roma. Roma, 1886.

) Les ouvrages dont le format n'est pas indiqué sont in-8.

Clerici, *Enrico*. I fossili quaternari del suolo di Roma. Roma, 1886.

— Sopra alcune formazioni quaternarie dei dintorni di Roma. Roma, 1886.

— La *Vitis vinifera* fossili nei dintorni di Roma. Roma, 1887.

— Il travertino di Fiano romano. Roma, 1887.

— Sopra alcuni fossili. Roma, 1887.

— Sopra i resti di castoro. Roma, 1887.

— Sopra una sezione geologica presso Roma. Roma, 1888.

— Sulla *Corbicula fluminalis*. Roma, 1888.

— Sulla alcune specie di felini. Roma, 1888.

— *e Squinabol*, *S*. Escurzioni ed adunanze della sezione paletnologica. Roma, 1888.

Comhaire, *Ch.-J*. Les monuments mégalithiques de Solwaster, I. Liége, 1889.

Cotteau, *G*. Réunion de la Société helvétique à Soleure (Suisse). Auxerre, 1888.

— Echinides éocènes de la province d'Alicante (Espagne). Paris, 1888, in 4°.

— Sur deux échinodermes fossiles provenant de Thershakhan (Turkestan). Paris, 1889, in 4°.

Cutter, *E*. Food versus basilli in consumption. List of lantern slides S. l., 1888

Dana, *E.-S*. Contributions to the petrography of the Sandwich Islands. New-Haven, 1889.

Delvaux, *E*. Essai d'une carte anthropologique préhistorique de la Belgique à l'échelle de 1 : 200,000. Bruxelles, 1888.

— Sur un mémoire de M. Lorié, intitulé : Contributions à la géologie des Pays-Bas. Liége, 1888 (2 exemplaires).

De Puydt, *M*. Notice-Catalogue sur les antiquités préhistoriques du Musée de Liége. Liége, 1888.

Dewalque, *G*. British sub-committees on classification and nomenclature. Reports, 2d edit. Cambridge, 1888.

— Notice sur F. L. Cornet. Bruxelles, 1889.

Dewalque, G. Table des matières des XX volumes de la 1re série du *Bulletin de l'Institut archéologique Liégeois.* Liége, 1889.

Dubbers, H. Der obere Jura auf dem Nordostflügel der Hilsmulde. Göttingen, 1888, in-4°.

Etheridge, R. British Fossils. Part I, Palæozoïc. Oxford, 1888.

Favre, E. et *Schardt, H.* Revue géologique suisse pour l'année 1888. Genève, 1889.

Forir, H. Sur une forme remarquable de calcite provenant de Visé. — Sur des cristaux d'albite de Revin. Liége, 1888.

— Notices bibliographiques, IV. Liége, 1888.

— Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique, IV. Troisième note sur des poissons et crustacés nouveaux ou peu connus. Liége, 1889.

— Traduction faite sur le manuscrit de G. F. Matthew. Sur le développement des premiers trilobites. Bruxelles, 1888.

Fraipont, J. Laurent-Guillaume De Koninck, sa vie et ses œuvres. Liége, 1889.

— et *Tihon, F.* Exploration scientifique des cavernes de la vallée de la Méhaigne. Bruxelles, 1889.

Gosselet, J. Sur la présence du coticule dans le poudingue de Salm-Château et de la Biotite dans les schistes qui accompagnent l'arkose gedinnienne. Lille, 1888.

— Etude sur l'origine de l'Ottrélite. 1re étude. L'Ottrélite dans le salmien supérieur. Lille, 1888.

— Gîtes de phosphate de chaux. Lille, 1889.

Groth, P. Festrede gehalten in der öffentlichen Sitzung der K. bayer. Akademie der Wissenschaften zu München, zur Feier des einhundert-und-neunundzwanzigsten Stiftungstages am 28 März 1888. München, s. d.

Hebert, Edm. Remarques sur la zone à *Belemnitella plena.* Paris, 1888.

Hébert, Edm. Le terrain crétacé supérieur des Pyrénées (suite). Etage senonien des Pyrénées occidentales. Paris, 1888.

Helland, A. Lakis kratere og lavaströmme. Christiania, 1886, in-4°.

Jacquot, E. Sur la constitution géologique des Pyrénées : le système triasique. Paris, 1889.

Laspeyres, H. Gerhard vom Rath : eine Lebensskizze. Bonn, 1888.

Leborgne et *Pagnoul.* Projet de distribution d'eau potable dans les agglomérations de Namur, Charleroi, Bruxelles, Tirlemont, Louvain, Malines, Lierre et Anvers. Jumet, 1888, in-4°.

— Projet de distribution d'eau potable prise dans l'Entre-Sambre-et-Meuse. Jumet, 1889, in-4°.

Lossen, K. A. Albrecht von Groddeck. Berlin, 1888.

Lundgren, B. Ofversigt af sveriges mesozoïska Bildningar. Lund, 1888, in-4°.

Marcou, J. Palæontologic and stratigraphic « principles » of the adversaries of the Taconic. Minneapolis, 1888.

— On some dates of the « Report on the geology of Vermont ». Boston, 1888.

— Canadian geological classification for the province of Québec. Boston, 1889.

— Barrande and the Taconic System Minneapolis, 1889.

— The original locality of the *Gryphœa Pitcheri*, Morton. Minneapolis, 1889.

Meneghini, G. Commemorazione, XXIV, Marzo MDCCCLXXXIX Torino, 1889.

Mojsisovics von Mojsvar, E. Ueber einige Japanische Trias-Fossilien. Wien, 1888, in-4°.

— Arktische Triasfaunen. Berlin. 1888.

Müller, G. Beitrag zur Kenntniss der obern Kreide am nördlicher Harzrande. Berlin, 1888.

Poskin, A. L'origine des eaux minérales de Spa et les sources minérales de la Belgique. Bruxelles, 1889.

Reusch, H. Bömmeloen og Karmöen med omgivelser. Christiania, 1888, in-4°.

Ronkar, E. Sur l'influence des frottements et des actions mutuelles intérieures dans les mouvements périodiques d'un système. Bruxelles, 1888.

Spa. (J. Lezaack, bourgmestre de). Carte des environs de Spa à l'échelle de 1 : 10,000. Bruxelles, 1883, in plano.

Steenstrup, J. Mammuthyæger-Stationen ved Premost i det osterrigcke Kronland Mähren. Christiania, 1889.

Stremme, E. Beitrag zur Kenntniss der tertiären Ablagerungen zwischen Cassel und Detmold nebst einer Besprechung der norddeutschen Pecten-Arten. Berlin, 1888.

Ubaghs, C. Mes théories. Réponse à la notice de M. M. de Puydt, intitulée : Les théories de M. Casimir Ubaghs. Liége, 1888.

— Le crâne de *Chelone Hoffmanni*. Bruxelles, 1888.

Von Bauernfeind, C.-M. Das Bayerische Præcisions-Nivellement, siebente Mittheilung. München, 1888.

Von Koenen, A. Beitrag zur Kenntniss von Dislocationen. Berlin, 1888.

— Das Norddeutsche Unter-Oligocän und seine Mollusken-Fauna. Berlin, 1889.

Weiss und *von Fritsch.* Ueber neue Funde von Sigillarien der Wettiner Steinkohlengrube. Berlin, 1888.

ÉCHANGES.

Europe.

BELGIQUE.

Anvers. Société Royale de géographie. *Bulletin*, t. XII, fasc. 5, 1887-1888 ; t. XIII, fasc. 1-3, 1888-1889.

Bruxelles. Académie royale de Belgique. *Annuaire*, 1889. *Bulletin*, sér. 3, t. XV, nos 5, 6, 1888; t. XVI, nos 7-12, 1888; t. XVII, nos 1-5, 1889. *Mémoires*, in-8°, t. XLI, 1888; t. XLII, 1889. *Mémoires couronnés* in-4°, t. XLIX, 1888.

— *Annales des travaux publics de Belgique*, t. XLVI, cah. 1-3, 1888.

— *Bibliographie de Belgique*, an. XIV, nos 6-12 et 5*-12*, 1888; an XV, nos 1-5 et 1*-4*, 1889.

— Musée royal d'histoire naturelle. *Annales*, t. XIV, texte et atlas, 1887, in-folio.

— Société belge de géologie. *Bulletin*, t. II, fasc. 5-9, 1888. (Achat.)

— Société royale belge de géographie. *Bulletin*, an. XII, nos 3-6, 1888, an. XIII, nos 1-3, 1889.

— Société royale malacologique de Belgique. *Annales*, t. XXII, 1887. *Procès-verbuax*, t. XVII, séance de juillet 1887 à juin 1888.

— Société royale de médecine publique de Belgique. *Tablettes mensuelles*, juin 1888 à mai 1889. *Rapport* sur la 8e réunion du corps médical belge, 1888.

— Société belge de microscopie. *Annales*, t. XII, 1885-1886. *Bulletin*, an. XIV, nos 8-10, 1888; an. XV, nos 1-7, 1889.

Mons. Société des sciences, des arts et des lettres du Hainaut. *Mémoires et publications*, sér. 5, tome 1, 1889.

— Société des ingénieurs sortis de l'Ecole provinciale d'industrie et des mines du Hainaut. *Publications*, série 2, t. XIX, fin, 1887-1888; t. XX, bull. 1 et 2, 1888-1889.

ALLEMAGNE.

Berlin. Kön. preussische Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, 1888, nos XXI-LII; 1889, nos I-XXI.

Berlin. Deutsche geologische Gesellschaft. *Zeitschrift*, Bd. XL, Hte. 1-3, 1888.

— K. preussische geologische Landesanstalt und Bergakademie. *Jahrbuch*, 1887.

— Gesellschaft für Erdkunde. *Verhandlungen*, Bde. I-XV, 1874-1888; Extra-Number zu Bände VII, 1880 und X, 1883; Bd. XVI, nos 1-6, 1889. *Zeitschrift*, Bd. XXIII, nos 133-138, 1888; Bd. XXIV; nos 139-141, 1889. *Mittheilungen von Forschungreisenden und Gelehrten*, Bd. I, Hte. 1-4, 1888; Bd. II, Hte. 1-2, 1889.

— Afrikanische Gesellschaft. *Mittheilungen*, Bde. I-IV, 1879-1885; Bd, V, Hte. 1-3. 1886-1889.

Bonn. Naturhistorischer Verein. *Verhandlungen*, Jahrg. XLV, Hälfte 1 und 2, 1888.

Brême. Naturwissenschaftlicher Verein. *Abhandlungen*, Bd. X, Ht. 3, 1889.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Cultur. *Jahres-Bericht*, LXV, 1887.

Danzig. Naturforschende Gesellschaft. *Abhandlungen*, Bd. XV, Ht. 3, 1889.

Darmstadt. Verein für Erdkunde. *Notizblatt*, Folge 4, Hte. 8-9, 1887-1888.

— Geologische Landesanstalt. *Abhandlungen*, Bd. I, Hte. 3-4, 1888-1889.

Dresde. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. *Sitzungsberichte und Abhandlungen*, 1887; 1888, Januar bis Juni.

Francfort-sur-Mein. Physikalischer Verein. *Jahresbericht*, 1886-1887.

— Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. *Jahresbericht*, 1888. *Abhandlungen* in-4°, Bd. XV, Ht. 3, 1888.

Fribourg-en-Brisgau. Naturforschende Gesellschaft. *Berichte*, Folge 2, Bd. II, 1887.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. *Berichte*, XXVI, 1887; XXVII, 1889.

Gottingue. Kön. Gesellschaft der Wissenschaften und der Georg-August Universität. *Nachrichten*, nos 1-21, 1888.

Greifswald. Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen. *Mittheilungen*, Jahrg. XX, 1888.

— Geographische Gesellschaft. *Jahresberichte*, III, 1888.

Halle-sur-la-Saale. Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen. *Zeitschrift für Naturwissenschaften*, Folge 4, Bd. VII, Hte. 1-6, 1888; Bd. VIII, Ht. 1, 1889.

— Verein für Erdkunde. *Mittheilungen*, 1888.

Königsberg. Physikalisch-ökonomische Gesellschaft. *Schriften*, Jahrg. XXVIII, 1887.

Leipzig. Verein für Erdkunde. *Mittheilungen*, 1887, Ht. 1; 1888.

Magdebourg. Naturwissenschaftlicher Verein. *Jahresbericht und Abhandlungen*, 1887.

Metz. Académie. *Mémoires*, sér. 3, an. XV, 1885-1886.

— Verein für Erdkunde. *Jahresbericht*, Bd. X, 1887-1888.

Munich. K. bayerische Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, 1888, Hte. 2-3; 1889, Ht. 1. *Abhandlungen*, Bd. XVI, Abth. 3, 1888.

Osnabrück. Naturwissenschaftlicher Verein. *Jahresbericht*, VII, 1885-1888.

Ratisbonne. Naturwissenschaftlicher Verein. *Bericht*, 1886-1887, Ht. 1

Strasbourg. Commission für die geologische Landes-Untersuchung von Elsass-Lothringen. *Mittheilungen*, Bd. I, Hte. 3-4, 1888; Bd. II, Ht. 1, 1889. *Abhandlungen*, Bd. IV, Hte. 4-5, 1888.

Stuttgard. Verein für vaterländische Naturkunde. *Jahreshefte*, Jahrg. XLV, 1889.

Wiesbaden. Nassauischer Verein fur Naturkunde. *Jahrbuch*, Jahrg. XLI, 1888.

Wurzbourg Physikalisch-medicinische Gesellschaft *Sitzungsberichte*, Jharg. 1888. *Verhandlungen*, neue Folge, Bd XXII, 1889.

Zwickau. Verein für Naturkunde. *Jahresbericht*, 1888.

AUTRICHE-HONGRIE.

Brünn. Naturforschender Verein. *Verhandlungen*, Bd. XXVI, 1887. *Bericht der meteorologischen Commission*, VI, 1886.

Budapest. K. ungarische geologische Anstalt. *Mittheilungen*, Bd VIII, Hte. 7-8, 1889. *Zeitschrift*, Bd. XVIII, n°s 5-12, 1888; Bd. XIX, n°s 1-6, 1889. *Jahresbericht*, 1887. *Geologische Specialkarte der Länder der ungarischen Krone*, Col. XXVIII, Blatt-Zone 18, nebst Erläuterungen, 1889. *Dr. Ludovicus Simonkai*. Enumeratio floræ transsilvanicæ vesiculosæ critica, 1886. *Dr. Eugenius Dalay de Dées*. Crustacea Cladocera faunæ hungaricæ, 1888. *Ludwig Petrik*. Der Hollohazær (Radvanger) Rhyolithkaolin, 1889.

— *Mathematische und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn*, red. von J. Frohlung, Bde. I-V, 1882-1887.

— Magyar nemzeti Muzeum. *Termeszetrajzi füzetek*, kötet XI f zetek 3-4, 1888; kötet XII, 1889.

Hermannstadt. Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften. *Verhandlungen und Mittheilungen*, Jahrg. XXXVIII, 1888.

Trieste. Società Adriatica di scienze naturali. *Bollettino*, vol. XI, 1887-1888.

Vienne. K. k Akademie der Wissenschaften. *Sitzungsberichte*, Bd. XCV, Hte. 1-5, 1887; Bd. XCVI, Hte. 1 5, 1888; Bd. XCVII, Hte. 1-5, 1888.

— K. k. naturhistorisches Hofmuseum. *Annalen*, Bd. III, n°s 2-4, 1888; Bd. IV, n° 1, 1889.

Vienne. K. k. geologische Reichsanstalt. *Jahrbuch*, Bd. XXXVII, Ht. 3, 1887; Bd. XXXVIII, Hte, 1-4, 1888. *Verhandlungen*, 1888, Nr. 9-18; 1889, Nr. 1-9.

— Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. *Schriften*, Bd. XXVIII, 1888.

— Verein der Geographen an der Universität. *Bericht*, Jahrg. XIV, 1888.

ESPAGNE.

Barcelone. Real Academia de ciencias naturales y artes. *Memoria inaugural*, por Lauro Clariana y Ricart, 1888-1890.

Madrid. Comision del mapa geologico de Espana, *Boletin*, t. XIV, 1887. *Memorias*, t. L, part. 1-2, 1886-1887.

FRANCE.

Angers. Société d'études scientifiques. *Bulletin*, années XVI et XVII, 1886-1887.

— Société nationale d'agriculture, sciences et arts. *Mémoires*, sér. 4, t. I et II, 1887.

Besançon. Société d'Emulation du Doubs. *Mémoires*, sér. 6, vol. II, 1887.

Bordeaux. Société des sciences physiques et naturelles. *Mémoires*, sér. 3, t. III, sem. 2 et app., 1887.

Caen. Société linnéenne de Normandie. *Mémoires*, sér. 4, vol. I, 1886-1887.

Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles et mathématiques. *Mémoires*, sér. 3, t. V, 1888.

Dax. Société de Borda. *Bulletin*, an. XIII, trim. 3 et 4, 1888; an XIV, trim. 1 et 2, 1889.

Dijon. Académie des sciences, arts et belles-lettres. *Mémoires*, sér. 3, t. X, 1886-1887.

Le Hâvre. Société géologique de Normandie. *Bulletin*, t. XI, 1885.

Lille. Société géologique du Nord. *Annales*, t. XV, livr. 3-6, 1887-1888; t. XVI, livr. 1-4, 1888-1889.

Lyon. Société des sciences naturelles. *Annales*, 1888, fasc. 1-5.

Le Mans. Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe. *Bulletin*, sér. 2, t. XXIII, fasc. 4, 1887-1888.

Nancy. Académie Stanislas. *Mémoires*, sér. 5, t. II, 1885 et V, 1888.

— Société des sciences. *Bulletin*, sér. 2, t. IX, fasc. 21 et 22, 1887-1888.

Paris. Académie des sciences. *Comptes rendus* in-4°, t. CVI, table, 1888; t. CVII, n°s 2-27, table, 1888; t. CVIII, n°s 1-25, 1889; t. CIX, n°s 1-2, 1889.

— *Annales des Mines*, sér. 8, t. XII, liv. 3, 1887; t. XIII, livr. 2-3, 1888; t. XIV, livr. 4-6, 1888.

— *Feuille des jeunes naturalistes*, an. XVIII, n°s 214-217, 1888; an. XIX, n°s 218-225, 1889. *Catalogue de la Bibliothèque*, fasc. 4-5, 1889.

— *Le Naturaliste*, sér. 2, an. X, n°s 20-43, 1888; an. XI, n°s 46 à 57, 1889.

— Société française de minéralogie. *Bulletin*, 1re table décennale des matières, vol. I-X, 1888; t. XI, n°s 6-8, 1888; t. XII, n°s 1-5, 1889.

— Société géologique de France. *Bulletin*, sér. 3, t. XV, n° 9, 1887; t. XVI, n°s 1-10, 1888; t. XVII, n°s 1-2, 1889.

Rouen. Société des amis des sciences naturelles. *Bulletin*, an. XXIII, sem. 2, 1887-1888; an. XXIV, sem. 1, 1888-1889.

St-Quentin. Société académique. *Mémoires*, sér. 4, t. VII, 1884-1885.

Toulouse. Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres. *Mémoires*, sér. 8, t. IX et X, 1887-1888.

Toulouse. Société académique franco-hispano-portugaise. *Annuaire*, 1887-1888. *Bulletin*, t. VIII, nos 1 et 2, 1888.

— Société d'histoire naturelle. *Bulletin trimestriel*, an. XXII, trim. 1 et 2, 1888. *Compte rendu des séances*, an. XXI, 1887; an. XXII, avril et septembre 1888.

Verdun. Société philomathique. *Mémoires*, t. X, 1888.

ILES-BRITANNIQUES.

Barnsley. Midland Institute of mining, civil and mechanical Engineers. *Transactions*, vol. XI, parts 96-102, 1887-1889.

Edimbourg. Geological Society. *Transactions*, vol. V, part 4, 1888.

Liverpool. Geological Society. *Proceedings*, vol. V, part 4, 1888.

Londres. Royal Society. *Proceedings*, vol. XLIV, nos 268-272, 1888; vol. XLV, nos 273-280, 1889.

— Geological Society. *Quarterly journal*, vol. XLIV, nos 175-176, 1888; vol. XLV, nos 177-178, 1889.

— Mineralogical Society. *Mineralogical Magazine and Journal*, vol. VIII, nos 37-39, 1888-1889.

Newcastle-s-T. North of England Institute of mining and mechanical Engineers. *Transactions*, vol. XXXVII, parts 5-6, 1888-1889; vol. XXXVIII, parts 1-2, 1889-1890.

ITALIE.

Bologne. Accademia reale delle scienze dell' Istituto. *Reddiconti delle sessioni*, 1887-1888. *Memorie* in-4°, ser. 4, t. VIII, 1888. *Note sur les derniers progrès de la question de l'unification du calendrier dans ses rapports avec l'heure universelle*, 1888.

Catane. Accademia gioenia di scienze naturali. *Atti*, ser. 3, t. III, 1888. *Bullettino mensile*, nuov. ser., fasc. 1-6, 1888-1889.

Modène. Regia accademia di scienze, lettere ed arti. *Memorie*, ser. 2, tomo V, 1887.

— Società dei Naturalisti. *Memorie*, ser. 3, vol. IV, 1887; vol. VII, fasc. 1-2, 1888; vol. VIII, fasc. 1, 1889.

Naples. Accademia delle scienze fisiche e matematiche. *Rendiconti* in-4°, ser. 2, vol. I, fasc. 1-12, 1887; vol. II, fasc. 1-12, 1888; vol. III, fasc. 1-5, 1889.

Padoue. *Rivista di mineralogia e cristallografia*, vol. I-IV, 1887-1889; vol. V, fasc. 1-2, 1889.

— Società veneto-trentina di scienze naturali. *Atti*, vol. X, fasc. 2, 1889. *Bullettino*, t. IV, n° 2, 1888.

Pise. Società toscana di scienze naturali. *Atti*, *Processi-verbali*, vol. VI, fasc. 3-6, 1888-1889.

Rome. Reale accademia dei Lincei. *Atti*, *Rendiconti* in-4°, ser. 4, vol. IV, fasc. 9-25, 1888; vol. V, fasc. 1-6, 1889. *Atti*, *Memorie* in-4°, ser. 4, vol. III-IV, 1886-1887.

— Reale Comitato geologico d'Italia. *Bollettino*, t. XIX, n°s 5-12, 1888; t. XX, n°s 1-4, 1889.

— Società geologica italiana. *Bollettino*, vol. VII, fasc. 2-3, 1888; vol. VIII, fasc. 1, 1889.

— Biblioteca nazionale centrale Vittorio Emmanuele. *Bollettino delle opere moderne straniere*, vol. II, tables, 1887; vol. III, n°s 1-6 et table, 1888; vol. IV, n°s 1-2, 1889.

Turin. Reale accademia delle scienze. *Atti*, vol. XXIII, disp. 13-15, 1887-1889; vol. XXIV, disp. 1-12, 1888-1889. *Bollettino dell osservatorio della regia Universita*, anno XXII, 1887.

Udine. Reale Istituto tecnico Antonio Zanon. *Annali scientifici*, ser. 2, anno VI, 1888.

Venise. Reale Istituto veneto. *Atti*, ser. 6, t. VI, disp. 5-10, 1887-1888; t. VII, disp. 1-6, 1888-1889.

Venise. *Notarisia*, anno III, n° 12; 1888; anno IV, n°s 1-14, 1889.

NORWÈGE.

Tromsö. Museum. *Aarsberetning*, Aarshefter XI, 1887.

PAYS-BAS.

Amsterdam. Académie royale des sciences. *Verslagen en Mededeelingen*, reeks 3, deel III, IV, 1887. *Verslag naar te mate marin water door zandmassas stroomt*, 1887.

Delft. Ecole polytechnique. *Annales*, t. IV, livr. 1-4, 1887-1888.

Haarlem. Société hollandaise des sciences. *Archives néerlandaises des sciences exactes et naturelles*, t. XXII, livr. 4-5, 1888; t. XXIII, livr. 1-2, 1889.

— Musée Teyler. *Archives*, sér. 2, vol. III, part. 2, 1888. *Catalogue de la Bibliothèque*, livr. 7-8, 1887-1888.

PORTUGAL.

Lisbonne. Commissao dos trabalhos geologicos de Portugal. *Communicaçoes*, t. I, fasc. 2, 1885-1887. *Recueil d'études paléontologiques*, vol. II, fasc. 3, 1888. *P. Choffat.* Description de la faune jurassique du Portugal; Mollusques lamellibranches; 2e ordre, *Asiphonidæ*, livr. 2, 1888, in-4°. *J.-F.-N. Delgado.* Estudo sobre os Bilobites da base do systema silurico de Portugal, 1888, in-4°.

— Sociedade de geographia. *Boletim*, ser. VII, n°s 9-12, 1887; ser. VIII, n°s 1-2, 1888-1889.

RUSSIE.

Helsingfors. Finlands geologiska undersökning. *Kartbladet*, n°s 10-11, 1887.

Helsingfors. Société des sciences de Finlande. *Acta societatis scientiarum Fennicæ*, t. XV, 1888. *Förhändlingar*, t. XXVIII-XXIX, 1885-1887. *Bidrag till Kännedom af Finlands Natur och Folk.* Häftet XLV-XLVII, 1887-1889.

Kiew. Société des naturalistes. *Mémoires*, t. IX, livr. 1-2, 1888; t. X, livr. 1, 1889 (en russe).

Moscou. Société impériale des naturalistes. *Bulletin*, t. XX, n° 4, 1886; t. XXI, n°s 1-2, 1888.

St-Pétersbourg. Académie impériale des sciences. *Mémoires*, sér. 7, t. XXXVI, n° 5, 1888.

— Comité géologique. *Bulletin*, t. VI, n°s 11-12, 1887; t. VII, n°s 1-5 et supplément, 1888. *Mémoires* in-4°, vol. IV, n°s 2-4, 1887; vol. V, n°s 1-2, 1888; vol. VI, n°s 1-2, 1889.

— Société des naturalistes. *Travaux de l'expédition Aralo-Caspienne*, livr. VI, 1889.

SUISSE.

*** Schweizerige naturforschende Gesellschaft. *Verhandlungen*, Jahresversammlung LXI, 1887-1888. *Compte rendu des travaux présentés*, session LXI, 1887-1888.

Berne. Commission fédérale de la carte géologique de la Suisse. *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.* Lieferung XXIV, 1888.

— Naturforschende Gesellschaft. *Mittheilungen*, 1888, nr. 1159-1224.

Lausanne. Société géologique suisse. *Recueil périodique*, n°s 3-4, 1888-1889.

Neuchâtel. Société des sciences naturelles. *Bulletin*, t. XVI, 1888.

Asie.

EMPIRE BRITANNIQUE DE L'INDE.

Calcutta. Asiatic Society of Bengal. *Proceedings*, 1888, nr. 2-10. *Journal*, vol. LVI, part 2, nr. 4-5, 1887; vol. LVII, part 2, nr. 1-4, 1888.

Calcutta. Geological Survey of India. *Records*, vol. XXI, parts 2-4, 1888; vol. XXII, parts 1-2, 1889. *Memoirs*, vol. XXIV, part 1, 1888. *Palæontologia indica* in-4°, ser. X, vol. IV, part 3, 1887; ser. XIII, vol. I, part 7, 1887. *Ed. Mallet.* A manual of the geology of India, part IV, Mineralogy, 1887.

Amérique.

CANADA.

Montréal. Royal Society of Canada. *Proceedings and Transactions*, in-4°, vol. V, 1887.

Ottawa. Geological and natural history Survey of Canada. *Annual reports*, new series, vol. II, sun maps, 1886.

Toronto. Canadian Institute. *Proceedings*, ser. 3, vol. V, fasc. 2, 1888. *Annual report*, session 1886-1887.

CONFÉDÉRATION ARGENTINE.

Cordoba. Academia nacional de ciencias exactas. *Boletim*, t. X, entr. 2, 1887; t. XI, entr. 1-2, 1888.

ÉTATS-UNIS.

Boston. American Academy of arts and sciences. *Proceedings*, new series, vol. XV, part 1, 1887-1888.

— Society of natural history. *Proceedings*, vol. XXIII, parts 3-4, 1888.

Cambridge. Museum of comparative Zoölogy. *Bulletin*, vol. XIII, n° 10, 1885-1886; vol. XIV, 1886-1887; vol. XV, 1887-1888; vol. XVI, n°s 2 4; 1888; vol. XVII, n°s 1, 3, 5, 1889. *Annual report of the curator* for 1887-1888.

Denver. Colorado scientific society. *Proceedings*, vol. II, part 3, 1887.

Grainville. Scientific Laboratory of Denison University. *Bulletin*, vol. III, 1888.

Meriden. Scientific association. *Transactions*, vol. III, 1887-1888.

Minneapolis. The American geologist, vol. II, n°s 2-4, 1888.

New Haven. Connecticut Academy of art and science. *Transactions*, vol. VII, part 2, 1888.

— *American journal of science*, vol. XXXVI, n°s 211-216, 1888; vol. XXXVII, n°s 217-222, 1889; vol. XXXVIII, n° 223, 1889.

New York. Academy of science. *Annals*, vol. IV, n°s 3-8, 1888.

— American Museum of natural history. *Bulletin*, vol. II, n°s 2-6, 1887-1888. *Annual reports* for 1888.

— *American journal of natural history*, 1887-1888.

— *Science* in-4°, vol. XII, n°s 284-308, 1888; vol. XIII, n°s 309-334, 1889.

St. Louis. Academy of science. *Transactions*, vol. V, n°s 1-2, 1886-1888.

Salem. American Association for the advancement of science. *Proceedings*, vol. XXXVI, 1887.

San Francisco. California Academy of sciences. *Bulletin*, vol. I, n°s 1-3, 1884-1885; vol. II, n° 8, 1887.

Santiago. Deutscher wissenschaftlicher Verein. *Verhandlungen*, Ht. 5, 1887.

Tapeka. Kansas Academy of science. *Transactions*, vol. X, 1887.

Washington. Geological Survey of the territories. *Bulletin*, vol. VI, n°s 40-47, 1887-1888. *Monographs*, vol. XII with Atlas, 1883-1886. *Mineral resources of the United States*, 1887.

— Smithsonian Institution. *Annual report* 1886, part 2.

MEXIQUE

Mexico. Sociedad cientifica « Antonio Alzate ». *Memorias*, t. I, fasc. 9 y 12, 1888; t. II, fasc. 1-8, 1888-1889.

Rio de Janeiro. Museu nacional. *Archivos*, vol. VII, 1887-1888.

AUSTRALIE

Melbourne. Geological Society of Australasia. *Transactions*, vol. I, part 3, 1888,

— Royal Society of Victoria. Natural history of Victoria. *Prodromus of the geology of Victoria*, decades XV-XVII, 1888.

Sydney. Linnean Society of New-South-Wales. *Proceedings*, ser. 2, vol. II, parts 1-4, 1887; vol. III, part 1, 1888. *List-names of contributors*, vol. I-X, 1888.

— Royal Society of New-South-Wales. *Journal and proceedings*, vol. XXII, part 1, 1888.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES.

BULLETIN.

	Pages.
Liste des membres effectifs.	5
Liste des membres honoraires.	19
Liste des membres correspondants.	21
Tableau indicatif des présidents de la Société depuis sa fondation.	25
Composition du Conseil pour l'année 1888-1889. .	26
G. DEWALQUE. — Rapport du secrétaire général.	III
J. LIBERT. — Rapport du trésorier.	IX
J. LIBERT. — Projet de budget pour l'exercice 1888-1889.	XI
Élections du Conseil.	XII
X. STAINIER. — Étude géologique des gisements de phosphate de chaux du Cambrésis. — Rapports. — (Voir *Mémoires*, p. 3)	XXII
A. BRIART. — Étude sur les dépôts gypseux et gypso-saliférien. — Rapports. — (Voir *Mémoires*, p. 62)	XXII
CH. DE LA VALLÉE POUSSIN. — Rapport sur le mémoire précédent.	XXII
L. PIEDBŒUF. — Rectification à sa communication : " Sur quelques fossiles dévoniens des environs de Dusseldorf ".	XXVII
L. PIEDBŒUF. — Lettre à M. le secrétaire général, relative à des rognons pétrolifères du Hanovre.	XXVIII
J. FRAIPONT. — Sur les affinités des genres *Favosites*, *Emmonsia*, *Pleurodictyum* et *Michelinia* à l'occasion de la description d'une forme nouvelle de favositide du calcaire carbonifère supérieur. — Présentation. — (Voir *Mémoires*, p. 20)	XXIX

Pages.

C. MALAISE. — Analyse du livre de M. J. Gosselet : l'Ardenne. — Présentation. — (Voir *Bibliographie*, p. 1) XXIX

R. MALHERBE. — Étude sur la stratigraphie souterraine de la partie Nord-Ouest de la province de Liége. — Rapports.—(Voir *Mémoires*, p. 33.) XXXIII

J. FRAIPONT. — Sur les affinités des genres *Favosites, Emmonsia*, *Pleurodictyum* et *Michelinia*, à l'occasion de la description d'une forme nouvelle de Favositide du calcaire carbonifère supérieur. — Rapports.— (Voir *Mémoires*, p. 20.) XXXIII

L. BAYET. — Note sur un facies spécial du poudingue de Burnot. — Présentation. — (Voir *Mémoires*, p. 158..) XXXIII

G. CESARO. — Reproduction de la Nadorite. Relation entre la forme orthorhombique de cette espèce et le cube. — Présentation. — (Voir *Mémoires*, p. 139.) XXXIII

G. CESARO. — Démonstration élémentaire de la relation qui existe entre les caractéristiques de quatre faces appartenant à la même zone et les angles que ces faces font entre elles. — Présentation. — (Voir *Mémoires*, p.148.) XXXIII

G. CESARO. — Les formes cristallines de la calcite de Rhisnes. — Présentation. — (Voir *Mémoires*, p. 163) XXXIV

L. BAYET. — Note sur un facies spécial du poudingne de Burnot.—Rapports.—(Voir *Mémoires*, p. 158) XXXVIII

G. CESARO. — Les formes cristallines de la calcite de Rhisnes. — Rapports. — (Voir *Mémoires*, p. 163) XXXVIII

M. LOHEST. — De l'origine des anthracites du calcaire carbonifère de Visé. — Présentation. — (Voir *Mémoires*, p. 151) XXXIX

A. ERENS. — Note sur les roches cristallines recueillies dans les dépôts de transport situés dans la partie méridionale du Limbourg hollandais. — Présentation. — (Voir *Mémoires*, p. 396). XXXIX

V. DORMAL. — Sur queques dépôts sableux de la Hesbaye XXXIX

Pages.

M. LOHEST.—Observations sur le travail précédent XLII
V. DORMAL. — Réponse à ces observations . . . XLIII
G. DEWALQUE. — Observations sur le même travail XLIII
A. ERENS. — Note sur les roches cristallines recueillies dans les dépôts de transport situés dans la partie méridionale du Limbourg hollandais.— Rapports.— (Voir *Mémoires*, p. 396.) XLVII
G. SCHMITZ.—Note sur les sablonnières de Rocour. —Présentation.—(Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 65.) XLVIII
G. CESARO.—Le procédé Solvay inventé cinquante ans auparavant par Fresnel LII
M. LOHEST. — De la découverte d'espèces américaines de poissons fossiles dans le Dévonien supérieur de Belgique LVII
H. FORIR. — Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique. IV. Troisième note sur des poissons et crustacés nouveaux ou peu connus. — Rapports. — (Voir *Mémoires*, p. 445.) LXVI
W. SPRING. — Sur la cause de la fétidité de certains calcaires LXVI
R. MALHERBE.—Analyse du livre de M. H. Fayol: Lithologie et stratigraphie du bassin houiller de Commentry. — Présentation. — (Voir *Bibliographie*, p. 35). LXXVII
R. MALHERBE. — Géogénie de la houille. — Présentation. — (Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 25.) LXXVII
J. FRAIPONT. — Euryptérides nouveaux du dévonien supérieur de Belgique (Psammites du Condroz). — Présentation. — (Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 53.) LXXVIII
A. JORISSEN signale la présence de l'acide borique dans des produits végétaux d'origine belge . LXXVIII
G. DEWALQUE. — Présentation d'un silex roulé trouvé à Spa. LXXIX
X. STAINIER. — Mélanges pétrographiques. — Présentation. — (Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 41.) LXXXII
X. STAINIER. — Flexion par le froid des têtes de bancs sur les pentes LXXXII
M. LOHEST, G. DEWALQUE, W. SPRING, A. BRIART, X. STAINIER. — Discussion relative au travail précédent. LXXXIV

Pages.

X. STAINIER. — *Oldhamia antiqua* dans le cambrien du Brabant LXXXIV

X. STAINIER. — *Cardita planicosta* dans les sables à *Isocardia cor* à Anvers. LXXXVI

O. VAN ERTBORN. — Le niveau hydrostatique du sous-sol de Bruxelles LXXXVII

A. RENARD. — L'acide borique des produits végétaux belges provient probablement de la tourmaline. LXXXVIII

E. DELVAUX. — Communication préliminaire sur l'extension du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournai et Renaix LXXXVIII

X. STAINIER. — Mélanges pétrographiques. — Rapports. — (Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 41.) . XCVI

G. SCHMITZ. — Note sur les sablonnières de Rocour. — Rapports. — (Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 65.) XCVI

J. FRAIPONT. — Euryptérides nouveaux du dévonien supérieur de Belgique (Psammites du Condroz).—Rapports.—(Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 53.) XCVII

A. JORISSEN. — Observations au sujet de la communication de M. A. Renard sur l'origine de l'acide borique des végétaux XCVII

G. CESARO. — Pyrite de Couthuin (Mine de la Société de Sclessin) $^1/_2\ b^2$, a^1, $^1/_2\ (b^1\ b^1/_2\ b^1/_3)$. XCVII

M. LOHEST. — Sur les dépôts marins tertiaires des Hautes-Fagnes. — Présentation XCVIII

M. LOHEST. — Présentation d'un *Productus* avec géode de calcite recouverte d'anthracite en lamelles XCVIII

M. LOHEST. — Présentation d'un échantillon de *Megalichthys Agassizianus,* de Kon., *in litt.*, provenant de Chokier. XCVIII

J. FAUCAN. — Analyse quantitative du Pouhon de Hourt (Grand Halleux) XCIX

G. DEWALQUE. — Une rectification au sujet de *Dreissensia* C

G. DEWALQUE. — Le trou du Pouhon, à la Reid . CI

Nomination de la Commission de comptabilité . . CII

Projet d'excursion annuelle. — Adoption CII

CH. DE LA VALLÉE POUSSIN. — Compte rendu de

Pages.

la session extraordinaire tenue à Dinant les 1er, 2, 3 et 4 septembre 1888 CIII

G. DEWALQUE. — Notice sur François Léopold Cornet, né à Givry (Hainaut), le 21 février 1834, mort à Mons, le 20 janvier 1887, avec son portrait, gravé par G. Desvacher. CLIX

MÉMOIRES.

X. STAINIER. — Étude géologique des gisements de phosphate de chaux du Cambrésis . . . 3

J. FRAIPONT. — Sur les affinités des genres *Favosites, Emmonsia, Pleurodictyum* et *Michelinia*, à l'occasion de la description d'une forme nouvelle de Favositide du calcaire carbonifère supérieur. 20

R. MALHERBE. — Étude sur la stratigraphie souterraine de la partie Nord-Ouest de la province de Liége 33

A. BRIART. — Étude sur les dépôts gypseux et gypso-salifériens 62

G. CESARO. — Reproduction de la Nadorite. Relation entre la forme orthorhombique de cette espèce et le cube 139

G. CESARO. — Démonstration élémentaire de la relation qui existe entre les caractéristiques de quatre faces appartenant à la même zone et les angles que ces faces font entre elles 148

M. LOHEST. — De l'origine des anthracites du calcaire carbonifère de Visé. 151

L. BAYET. — Note sur un facies local du poudingue de Burnot. 158

G. CESARO. — Les formes cristallines de la calcite de Rhisnes. 163

A. ERENS. — Note sur les roches cristallines recueillies dans les dépôts de transport situés dans la partie méridionale du Limbourg hollandais 395

H. FORIR. — Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique. IV. Troisième note sur des poissons et crustacés nouveaux ou peu connus 445

BIBLIOGRAPHIE.

Pages.

C. MALAISE. — L'Ardenne, par J. Gosselet. . . 3

R. MALHERBE. — Lithologie et stratigraphie du bassin houiller de Commentry. 35

Liste des ouvrages reçus en don ou en échange par la Société géologique de Belgique depuis la séance du 2 décembre 1888 jusqu'à celle du 21 juillet 1889 41

TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES.

A

Acide borique. M. A. Jorissen signale la présence de l' — dans des produits végétaux d'origine belge, p. LXXVIII. = L' — des produits végétaux belges provient probablement de la tourmaline, par M. A Renard, p. LXXXVIII. = Observations au sujet de la communication de M. A. Renard sur l'origine de l'— des végétaux, par M. A. Jorissen, p. XCVII.

Américaines. De la découverte d'espèces — de poissons fossiles dans le Dévonien supérieur de Belgique, par M. M. Lohest, p. LVII.

Ampélite. Présentation d'un échantillon de *Megalichthys Agassizianus*, de Kon. *in litt.*, provenant de Chokier, par M. M. Lohest, p. XCVIII.

Analyse quantitative du Pouhon de Hourt (Grand Halleux), par M. J. Faucan, p. XCIX.

Anthracite. De l'origine des — du calcaire carbonifère de Visé, par M. M. Lohest, pp. XXXIX, 151. = Présentation d'un *Productus*, avec géode de calcite recouverte d'— en lamelles, par M. M. Lohest, p. XCVIII.

Ardenne. Analyse du livre de M. J. Gosselet : *l'* —, par M. G. Malaise, p. XXIX; *Bibl.*, p. 1.

B

Biographie. Notice sur François-Léopold Cornet, né à Givry (Hainaut) le 21 février 1834, mort à Mons, le 20 janvier 1887, par M. G. Dewalque, avec portrait gravé par M. G. Desvacher, p. CLIX.

Brabant. Oldhamia antiqua dans le cambrien du —, par M. X. Stainier, p. LXXXV.

Bruxelles. Le niveau hydrostatique du sous-sol de —, par M. O. van Ertborn, p. LXXXVII.

Budget. Projet de — pour l'exercice 1888-1889, par M. J. Libert, p. XI.

C

Calcaire carbonifère. Sur les affinités des genres *Favosites, Emmonsia, Pleurodictyum* et *Michelinia*, à l'occasion de la description d'une forme nouvelle de Favositide du — supérieur, par M. J. Fraipont, pp. XXIX, XXXIII, 20. = De l'origine des anthracites du — de Visé, par M. M. Lohest, pp. XXXIX, 151. = Communication préliminaire sur l'extension du — dans le sous-sol de la région comprise entre Tournai et Renaix, par M. E. Delvaux, p. LXXXVIII. = Voir *Session extraordinaire.*

Calcaires. Sur la cause de la fétidité de certains —, par M. W. Spring, p. LXVI.

Calcite. Les formes cristallines de la — de Rhisnes, par M. G. Cesàro, pp. XXXIV, XXXVIII, 163. = Présentation d'un *Productus* avec géode de — recouverte d'anthracite en lamelles, par M. M. Lohest, p. XCVIII.

Cambrésis. Etude géologique des gisements de phosphate de chaux du —, par M. X. Stainier, pp. XXII, 3.

Cambrien. Oldhamia antiqua dans le — du Brabant, par M. X. Stainier, p. LXXXV.

Caractéristiques. Démonstration élémentaire de la relation qui existe entre les — de quatre faces appartenant à la même zone et les angles que ces faces font entre elles, par M. G. Cesàro, pp. XXXIII, 148.

Carbonifère. Voir *Calcaire carbonifère* et *Houiller.*

Cardita planicosta dans les sables à *Isocardia cor*, à Anvers, par M. X. Stainier, p. LXXXVI.

Chokier. Présentation d'un échantillon de *Megalichthys Agassizianus,* de Kon. *in litt.*, provenant de —, par M. M. Lohest, p. XCVIII.

Commentry. Analyse du livre de M. H. Fayol: Lithologie et stratigraphie du bassin houiller de —, par M. R. Malherbe, p. LXXVII; *Bibl.*, p. 35.

Commission de comptabilité. Nomination de la —, p. CII.

Conseil. Composition du — pour l'année 1888-1889. *Bull.*, p. 26.

Cornet. Notice sur François Léopold —, né à Givry (Hainaut) le 21 février 1834, mort à Mons le 20 janvier 1887, par M. G. Dewalque, avec portrait, gravé par M. G. Desvacher, p. CLIX.

Couthuin. Pyrite de — (Mine de la Société de Sclessin) $^1/_2\ b^2,\ a^1,\ ^1/_2\ (b^1\ b^1/_2\ b^1/_3)$, par M. G. Cesàro, p. XCVII.

Crétacé. Contributions à l'étude du système — de la Belgique. IV. Troisième note sur des poissons et crustacés nouveaux ou peu connus, par M. H. Forir, pp. LXVI, 445, = Voir *Phosphate de chaux.*

Crustacés. Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique. IV. Troisième note sur des poissons et — nouveaux ou peu connus, par M. H. Forir, pp. LXVI, 445. = Euryptérides nouveaux du dévonien supérieur de Belgique (Psammites du Condroz), par M. J. Fraipont, pp. LXXVIII, XCVII. Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 53.

D

Dépôts de transport. Note sur les roches cristallines recueillies dans les — situés dans la partie méridonale du Limbourg hollandais, par M. A. Erens, pp. XXXIX, XLVII, 396.

Dépôts gypseux et gypso-salifériens. Etude sur les —, par M. A. Briart, pp. XXII, 62. = Rapport sur le mémoire précédent par M. Ch. de la Vallée Poussin, p. XXII.

Dépôts marins. Sur les — tertiaires des Hautes-Fagnes, par M. M. Lohest. Présentation, p. XCVIII.

Dépôts sableux. Sur quelques — de la Hesbaye, par M. V. Dormal, p. XXXIX. = Observations sur le travail précédent, par M. M. Lohest, p. XLII. = Réponse à ces observations, par M. V. Dormal, p. XLIII. = Observations sur le même travail, par M. G. Dewalque, p. XLIII.

Dévoniens. Rectification à sa communication : " Sur quelques fossiles — des environs de Dusseldorf „, par M. L. Piedbœuf, p. XXVII. = Note sur un facies spécial du poudingue de Burnot, par M. L. Bayet, pp. XXXIII, XXXVIII, 158. = De la découverte d'espèces américaines de poissons fossiles dans le — supérieur de Belgique, par M. M. Lohest, p. LVII. = Euryptérides nouveaux du — supérieur de Belgique (Psammites du Condroz), par M. J. Fraipont, pp. LXXVIII, XCVII. Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 53.

Dreissensia. Une rectification au sujet de —, par M. G. Dewalque, p. C.

E

Eaux minérales. Analyse quantitative du Pouhon de Hourt (Grand Halleux), par M. J. Faucan, p. XCIX. = Le trou du Pouhon, à la Reid, par M. G. Dewalque, p. CI.

Elections du Conseil, p. XII.

Emmonsia. Sur les affinités des genres *Favosites*,—, *Pleurodictyum* et *Michelinia* à l'occasion de la description d'une forme nouvelle de Favositide du calcaire carbonifère supérieur, par M. J. Fraipont, pp. XXIX, XXXIII, 20.

Euryptérides nouveaux du dévonien supérieur de Belgique (Psammites du Condroz), par M. J. Fraipont, pp. LXXVIII, XCVII. Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 53.

Excursion annuelle. Projet d'—. Adoption, p. CII. = Compte rendu de la session extraordinaire tenue à Dinant les 1er, 2, 3 et 4 septembre 1888, par M. Ch. de la Vallée Poussin, p. CIII.

F

Favosites. Sur les affinités des genres —, *Emmonsia*, *Pleurodictyum* et *Michelinia* à l'occasion de la description d'une forme nouvelle de Favositide du calcaire carbonifère supérieur, par M. J. Fraipont, pp. XXIX, XXXIII, 20.

Favositide. Voir *Favosites.*

Fétidité. Sur la cause de la — de certains calcaires, par M. W. Spring, p. LXVI.

Flexion par le froid des têtes de bancs sur les pentes, par M. X. Stainier, p. LXXXII. = Discussion relative au travail précédent, par MM. M. Lohest, G. Dewalque, W. Spring, A. Briart, X. Stainier, p. LXXXIV.

Formes cristallines. Les — de la calcite de Rhisnes, par M. G. Cesàro, pp. XXXIV, XXXVIII, 163.

Fossiles. Rectification à sa communication: " Sur quelques — dévoniens des environs de Dusseldorf, „ par M. L. Piedbœuf, p. XXVII.

Froid. Flexion par le — des têtes de bancs sur les pentes, par M. X. Stainier, p. LXXXII. = Discussion relative au travail précédent, par MM. M. Lohest, G. Dewalque, W. Spring, A. Briart, X. Stainier, p. LXXXIV.

G

Géogénie de la houille, par M. R. Malherbe, p. LXXVII. Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 25.

Gypseux. Etude sur les dépôts — et gypso-saliférien, par M. A. Briart, pp. XXII, 62. = Rapport sur le mémoire précédent, par M. Ch. de la Vallée Poussin, p. XXII.

H

Hautes-Fagnes. Sur les dépôts marins tertiaires des — par M. M. Lohest. Présentation, p. XCVIII.

Hesbaye. Sur quelques dépôts sableux de la —, par M. V. Dormal,

p. XXXIX. = Observations sur le travail précédent, par M. M. Lohest, p. XLII. = Réponse à ces observations, par M. V. Dormal, p. XLIII. = Observations sur le même travail, par M. G. Dewalque, p. XLIII.

Houille. Géogénie de la —, par M. R. Malherbe, p. LXXVII. Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 25.

Houiller. Analyse du livre de M. H. Fayol: Lithologie et stratigraphie du bassin — de Commentry, par M. R. Malherbe, p. LXXVII; *Bibl.*, p. 35. = Présentation d'un échantillon de *Megalichthys Agassizianus*, de Kon., *in litt.*, provenant de Chokier, par M. M. Lohest, p. XCVIII.

Hourt. Analyse quantitative du pouhon de — (Grand Halleux), par M. J. Faucan, p. XCIX.

Hydrostatique. Le niveau — du sous-sol de Bruxelles, par M. O. van Ertborn, p. LXXXVII.

I

Isocardia cor. Cardita planicosta dans les sables à — à Anvers, par M. X. Stainier, p. LXXXVI.

L

La Reid. Le trou du Pouhon, à —, par M. G. Dewalque, p. CI.

Limbourg hollandais. Note sur les roches cristallines recueillies dans les dépôts de transport situés dans la partie méridionale du —, par M. A. Erens, pp. XXXIX, XLVII, 396.

Liste des membres effectifs, *Bull.*, p. 5. = — des membres honoraires, *Bull.*, p. 19. = — des membres correspondants, *Bull.*, p. 21. = — des ouvrages reçus en don ou en échange par la Société géologique de Belgique depuis la séance du 2 décembre 1888 jusqu'à celle du 21 juillet 1889, *Bibl.*, p. 41.

Lithologie. Analyse du livre de M. H. Fayol : — et stratigraphie du bassin houiller de Commentry, par M. R. Malherbe, p. LXXVII; *Bibl.*, p. 35.

Michelinia. Sur les affinités des genres *Favosites*, *Emmonsia*, *Pleurodictyum* et — à l'occasion de la description d'une forme nouvelle de favositide du calcaire carbonifère supérieur, par M. J. Fraipont, pp. XXIX, XXXIII, 20.

Megalichthys Agassizianus. Présentation d'un échantillon de — de Kon. *in. litt.*, provenant de Chokier, par M. M. Lohest, p. XCVIII.

N

Nadorite. Reproduction de la —. Relation entre la forme orthorhombique de cette espèce et le cube, par M. G. Cesàro, pp. XXXIII, 139.

Niveau hydrostatique. Le — du sous-sol de Bruxelles, par M. O. van Ertborn, p. LXXXVII.

O

Oldhamia antiqua dans le cambrien du Brabant, par M. X. Stainier, p. LXXXV.

Origine. De l'— des anthracites du calcaire carbonifère de Visé, par M. M. Lohest, pp. XXXIX, 151.

P

Pétrographiques. Mélanges — par M. X. Stainier, pp. LXXXII, XCVI. Voir t. XVII, *Mém.*, p. 41.

Pétrolifères. Lettre de M. L. Piedbœuf à M. le secrétaire général, relative à des rognons — du Hanovre, p. XXVIII.

Phosphate de chaux. Etude géologique des gisements de — du Cambrésis, par M. X. Stainier, pp. XXII, 3.

Poissons fossiles. De la découverte d'espèces américaines de — dans le Dévonien supérieur de Belgique, par M. M. Lohest, p. LVII. = Contributions à l'étude du système crétacé de la Belgique. IV. Troisième note sur des — et crustacés nouveaux ou peu connus, par M. H. Forir, pp. LXVI, 445.

Pleurodictyum. Sur les affinités des genres *Favosites*, *Emmonsia*, — et *Michelinia*, à l'occasion de la description d'une forme nouvelle de favositide du calcaire carbonifère supérieur, par M. J. Fraipont, pp. XXIX, XXXIII, 20.

Poudingue de Burnot. Note sur un facies spécial du —, par M. L. Bayet, pp. XXXIII, XXXVIII, 158.

Pouhon. Analyse quantitative du — de Hourt (Grand Halleux), par M. J. Faucan, p. XCIX. = Le trou du — à la Reid, par M. G. Dewalque, p. CI.

Procédé Solvay. Le — inventé cinquante ans auparavant par Fresnel, par M. G. Cesàro, p. LII.

Productus. Présentation d'un — avec géode de calcite recouverte d'anthracite en lamelles, par M. M. Lohest, p. XCVIII.

Province de Liège. Etude sur la stratigraphie souterraine de la partie Nord-Ouest de la —, par M. R. Malherbe, pp. XXXIII, 33.

Psammites du Condroz. Euryptérides nouveaux du dévonien supérieur de Belgique (—), par M. J. Fraipont, pp. LXXVIII, XCVII. Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 53.

Pyrite de Couthuin (Mine de la Société de Sclessin) $^1/_2\ b^2,\ a^1,\ ^1/_2\ (b^1\ b^1/_2\ b^1/_3)$, par M. G. Cesàro, p. XCVII.

R

Rapport du secrétaire général, par M. G. Dewalque, p. III. = — du trésorier, par M. J. Libert, p. IX.

Rectification à sa communication : " Sur quelques fossiles dévoniens des environs de Dusseldorf, par M. L. Piedbœuf, p. XXVII. = Une — au sujet de *Dreissensia*, par M. G. Dewalque, p. C.

Relation. Reproduction de la Nadorite. — entre la forme orthorhombique de cette espèce et le cube, par M. G. Cesàro, pp. XXXIII, 139. = Démonstration élémentaire de la — qui existe entre les caractéristiques de quatre faces appartenant à la même zone et les angles que ces faces font entre elles, par M.G. Cesàro, pp. XXXII, 148.

Renaix. Communication préliminaire sur l'extension du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre Tournai et —, p. LXXXVIII.

Reproduction. Voir *Nadorite.*

Rhisne. Les formes cristallines de la calcite de —, par M. G. Cesàro, pp. XXXIV, XXXVIII, 163.

Roches cristallines. Note sur les — recueillies dans les dépôts de transport situés dans la partie méridionale du Limbourg hollandais, par M. A. Erens, pp. XXXIX, XLVII, 396.

Rocour. Note sur les sablonnières de —, par M. G. Schmitz, pp. XLVIII, XCVI. Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 65.

Rognons. Lettre à M. le secrétaire général relative à des — pétrolifères du Hanovre, par M. L. Piedbœuf, p. XXVIII.

S

Sables. Cardita planicosta dans les — à *Isocardia cor* à Anvers, par M. X. Stainier, p. LXXXVI.

Sableux. Sur quelques dépôts — de la Hesbaye, par M. V. Dormal, p. XXXIX. = Observations sur le travail précédent, par M. M. Lohest, p. XLII. = Réponse à ces observations, par M. V. Dormal, p. XLIII. = Observations sur le même travail, par M. G. Dewalque, p. XLIII.

Sablonnières. Note sur les — de Rocour, par M. G. Schmitz, p. XLVIII, XCVI. Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 65.

Session extraordinaire. Projet d'excursion annuelle. Adoption, p. CII. = Compte rendu de la — tenue à Dinant les 1er, 2, 3 et 4 septembre 1888, par M. Ch. de la Vallée Poussin, p. CIII.

Silex roulé. Présentation d'un — trouvé à Spa, par M. G. Dewalque, p. LXXIX.

Solvay. Le procédé — inventé cinquante ans auparavant par Fresnel, par M. G. Cesàro, p. LII.

Sous-sol. Étude sur la stratigraphie souterraine de la partie Nord-Ouest de la province de Liége, par M. R. Malherbe, pp. XXXIII, 33. = Communication préliminaire sur l'extension du calcaire carbonifère dans le — de la région comprise entre Tournai et Renaix, par M. E. Delvaux, p. LXXXVIII.

Spa. Présentation d'un silex roulé trouvé à —, par M. G. Dewalque, p. LXXIX.

Stratigraphie. Étude sur la — souterraine de la partie Nord-Ouest de la province de Liége, par M. R. Malherbe, pp. XXXIII, 33. = Analyse du livre de M. H. Fayol : Lithologie et — du bassin houiller de Commentry, par M. R. Malherbe, p. LXXVII ; *Bibl.*, p. 35.

T

Tableau indicatif des présidents de la Société depuis sa fondation. *Bull.*, p. 25.

Tertiaires. Sur quelques dépôts sableux de la Hesbaye, par M. V. Dormal, p. XXXIX. = Observations sur le travail précédent, par M. M. Lohest. p. XLII. = Réponse à ces observations, par M. V. Dormal, p. XLIII. = Observations sur le même travail, par M. G. Dewalque, p. XLIII. = Note sur les sablonnières de Rocour, par M. G. Schmitz, pp. XLVIII, XCVI. Voir t. XVII, *Mémoires*, p. 65. = *Cardita planicosta* dans les sables à *Isocardia cor* à Anvers, par M. X. Stainier, p. LXXXVI. = Sur les dépôts marins — des Hautes-Fagnes, par M. M. Lohest. Présentation, p. XCVIII.

Tourmaline. L'acide borique des produits végétaux belges provient probablement de la —, par M. A. Renard, p. LXXXVIII.

Tournai. Communication préliminaire sur l'extension du calcaire carbonifère dans le sous-sol de la région comprise entre — et Renaix, par M. E. Delvaux, p. LXXXVIII.

V

Végétaux. M. A. Jorissen signale la présence de l'acide borique dans des produits — d'origine belge, p. LXXVIII. = L'acide borique

des produits — belges provient probablement de la tourmaline, par M. A. Renard, p. LXXXVIII. — Observations au sujet de la communication de M. A. Renard sur l'origine de l'acide borique des —, par M. A. Jorissen, p. XCVII.

Z

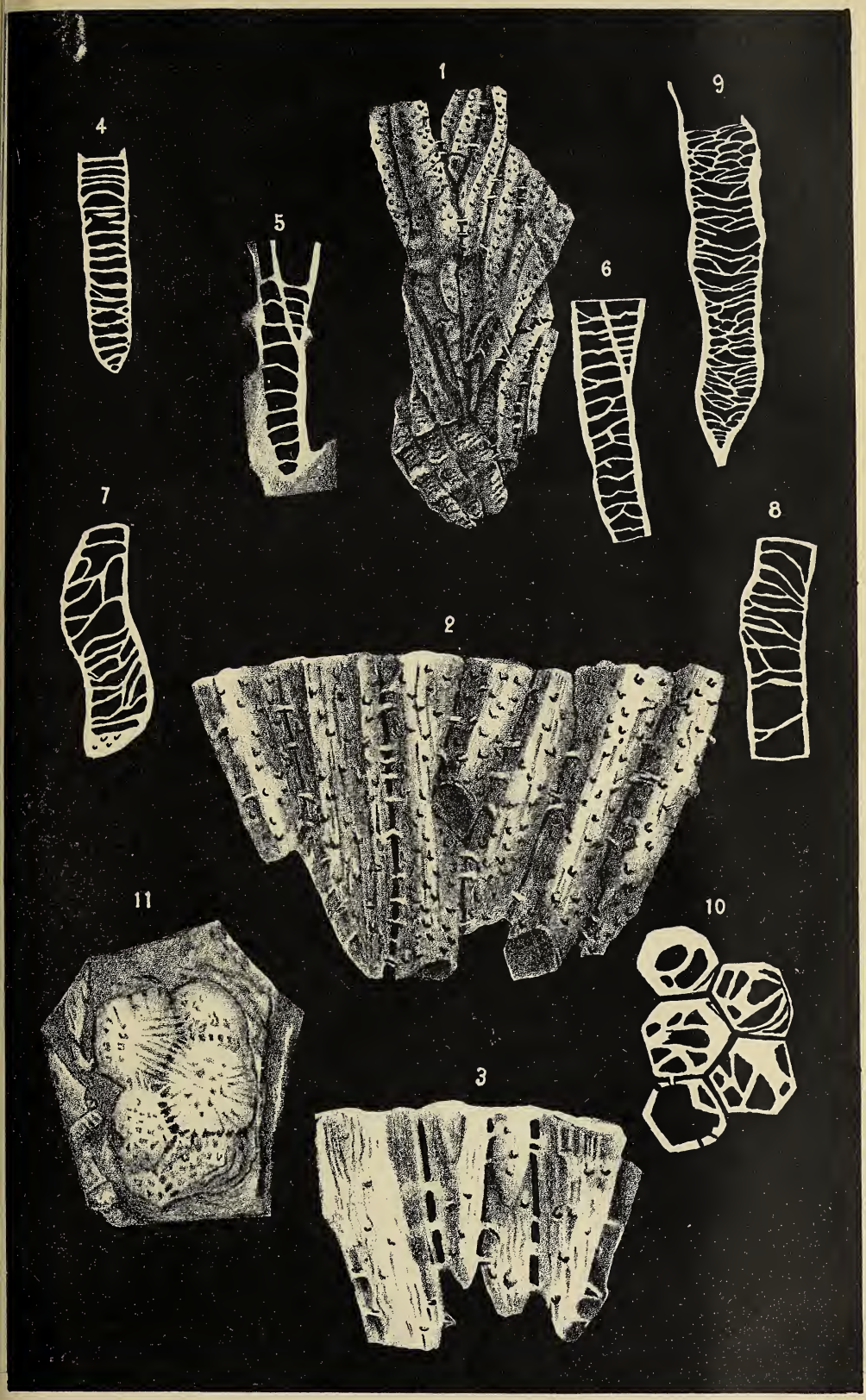
Zone. Démonstration élémentaire de la relation qui existe entre les caractéristiques de quatre faces appartenant à la même — et les angles que ces faces font entre elles, par M. G. Cesàro, pp. XXXIII, 148.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS

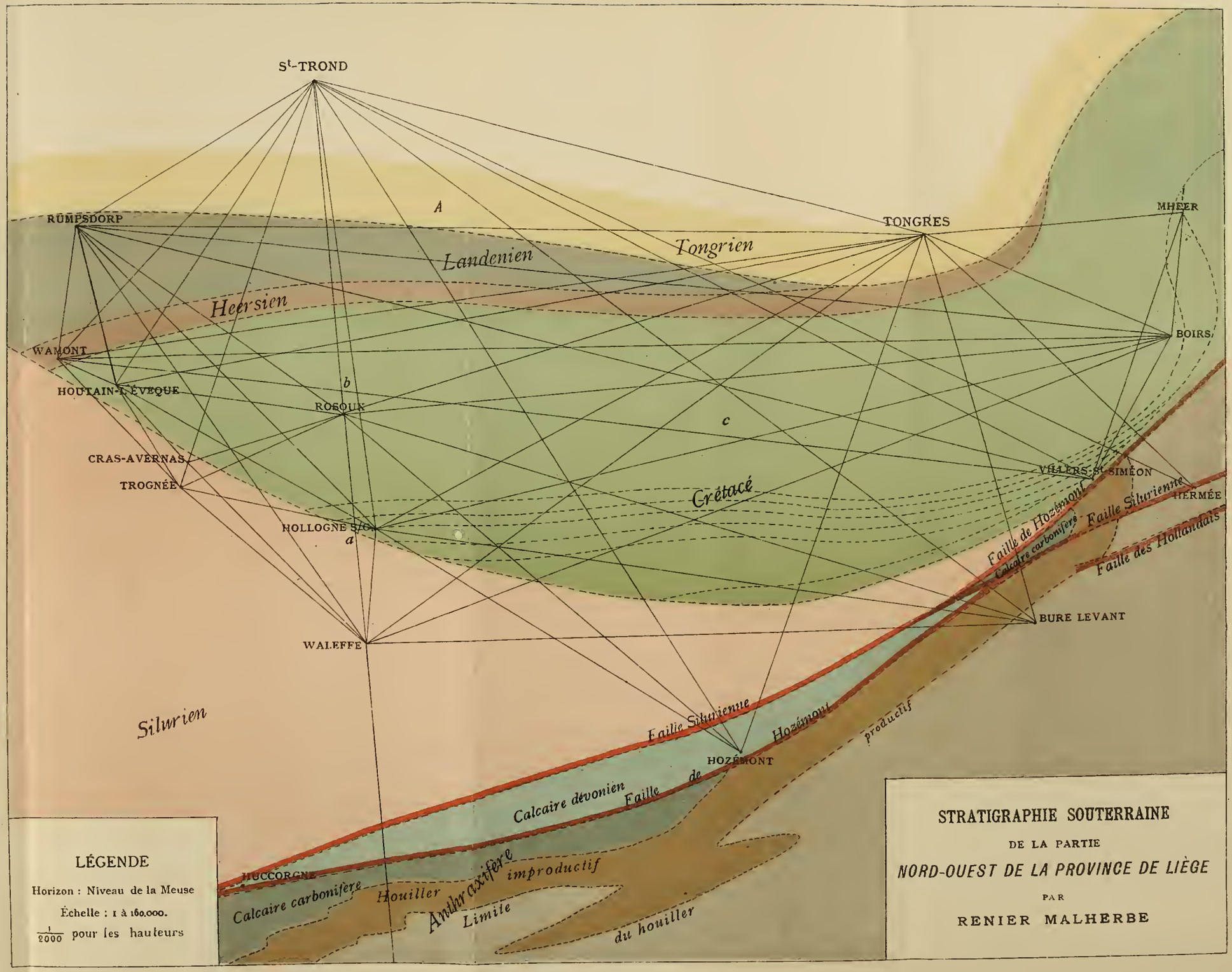
MM. L. Bayet,	pp. XXXIII, XXXVIII, 158.
A. Briart,	XXII, LXXXIV, 62.
G. Cesàro,	XXXIII, XXXIV, XXXVIII, LII, XCVII, 139, 148, 163,
E. Delvaux,	LXXXVIII.
G. Dewalque,	III, XLIII, LXXIX, LXXXIV, C, CI, CLIX.
V. Dormal,	XXXIX, XLIII.
A. Erens,	XXXIX, XLVII, 395.
J. Faucan,	XCIX.
H. Forir,	LXVI, 445.
J. Fraipont,	XXIX, XXXIII, LXXVIII, XCVII, 20.
A. Jorissen,	LXXVIII, XCVII.
Ch. de la Vallée Poussin,	XXII, CIII.
J. Libert,	IX, XI.
M. Lohest,	XXXIX, XLII, LVII, LXXXIV, XCVIII, 151.
C. Malaise,	XXIX; *Bibl.*, p. 3.
R. Malherbe,	XXXIII, LXXVII, 33; *Bibl.*, p. 35.
L. Piedbœuf,	XXVII, XXVIII.
A. Renard,	LXXXVIII.
G. Schmitz,	XLVIII, XCVI.
W. Spring.	LXVI.
X. Stainier,	XXII, LXXXII, LXXXIV, LXXXV, LXXXVI, XCVI, 3.
O. van Ertborn,	LXXXVII.

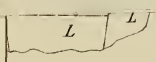
EXPLICATION DES PLANCHES.

Pl. I; p. 20. Voir l'explication, p. 32.
Pl. II, III, IV et V; p. 33.
Pl. VI, VII, VIII et IX; p. 163. Voir l'explication, pp. 387 et 388.
Pl. X, XI, XII et XIII; p. 395.
Pl. XIV; p. 445. Voir l'explication, p. 460.

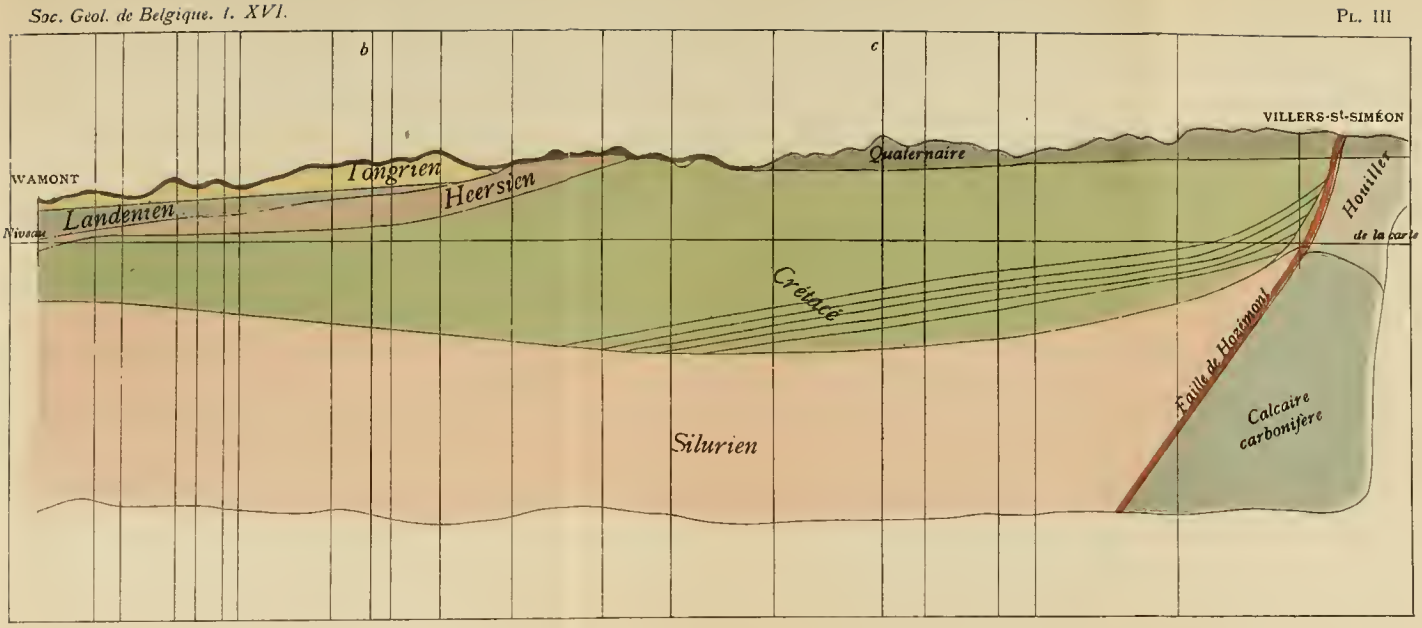


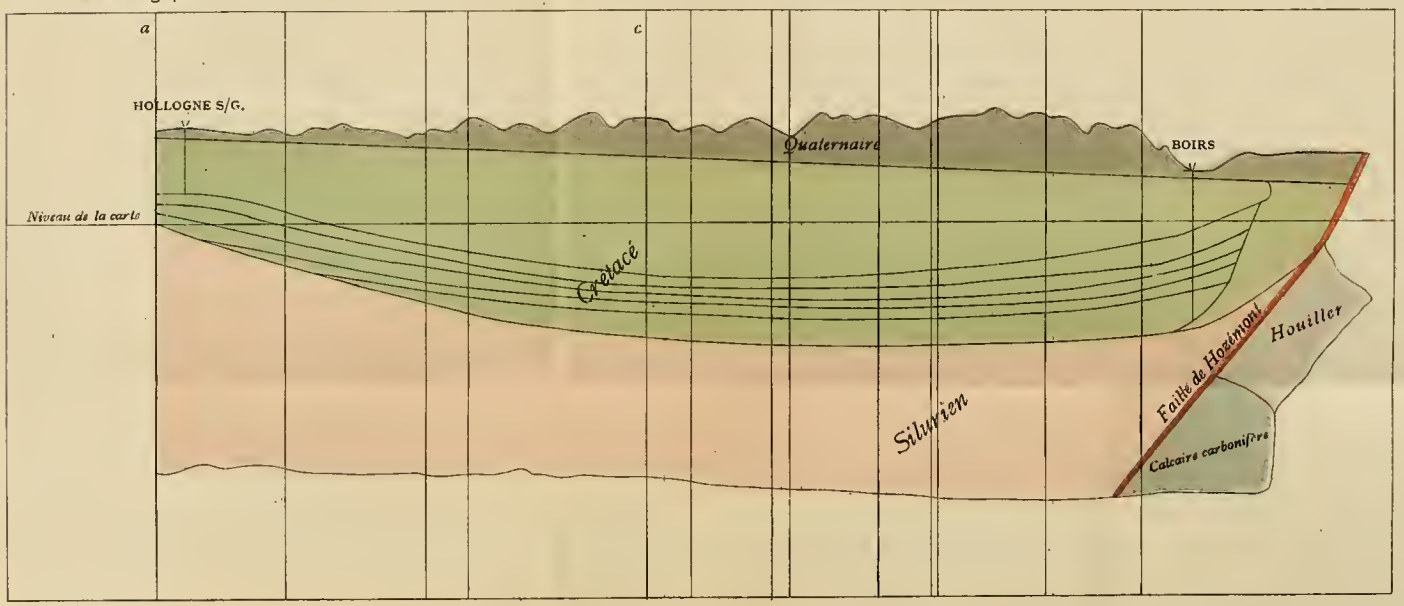
J. FRAIPONT AD. NAT. DEL. ZINCOG. AUG. BÉNARD, LIÈGE.

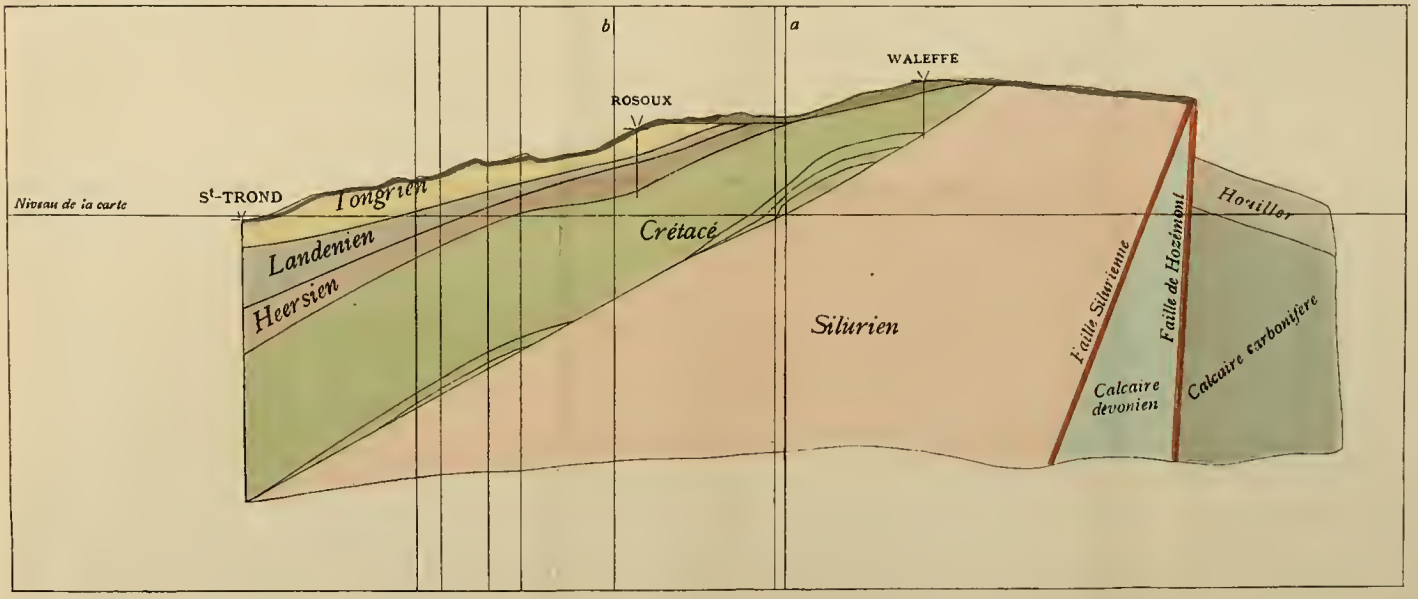

St-TROND
RÜMPSDORP
TONGRES
MHEER
A
Landenien
Tongrien
Heersien
WAMONT
BOIRS
HOUTAIN-L'ÉVÊQUE
b
ROSOUX
c
CRAS-AVERNAS
TROGNÉE
VILLERS-St SIMÉON
Crétacé
HERMÉE
Faille Silurienne
Faille de Hozémont
Calcaire carbonifère
Faille des Hollandais
HOLLOGNE S/O
a
BURE LEVANT
WALEFFE
Silurien
Faille Silurienne
Hozémont
productif
HOZÉMONT
Calcaire dévonien
Faille de
HUCCORGNE
Calcaire carbonifère
Houiller
Anthracifère
improductif
Limite
du houiller
LÉGENDE
Horizon : Niveau de la Meuse
Échelle : 1 à 160.000.
1/2000 pour les hauteurs
STRATIGRAPHIE SOUTERRAINE
DE LA PARTIE
NORD-OUEST DE LA PROVINCE DE LIÈGE
PAR
RENIER MALHERBE



ITH. AUG. BÉNARD, LIÈGE.


b
c
VILLERS-St-SIMÉON
WAMONT
Tongrien
Heersien
Qualernaire
Landenien
Niveau
Houiller
de la carte
Crétacé
Faille de Hozémont
Calcaire carbonifère
Silurien


a
c
HOLLOGNE S/G.
Qualernaire
BOIRS
Niveau de la carte
Crétacé
Houiller
Faille de Hozémont
Silurien
Calcaire carbonifère


b
a
WALEFFE
ROSOUX
Niveau de la carte
St-TROND
Tongrien
Landenien
Heersien
Crétacé
Houiller
Silurien
Faille Silurienne
Faille de Hozémont
Calcaire devonien
Calcaire carbonifère

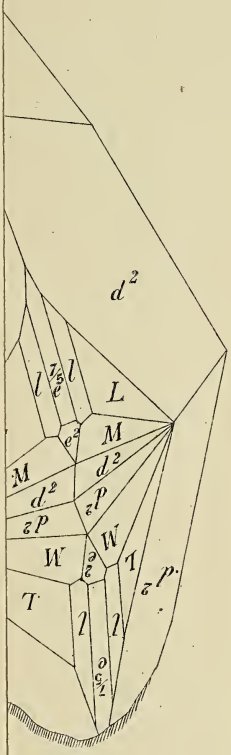
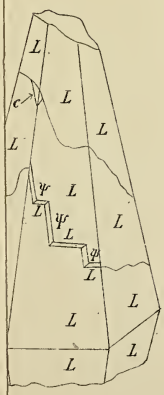
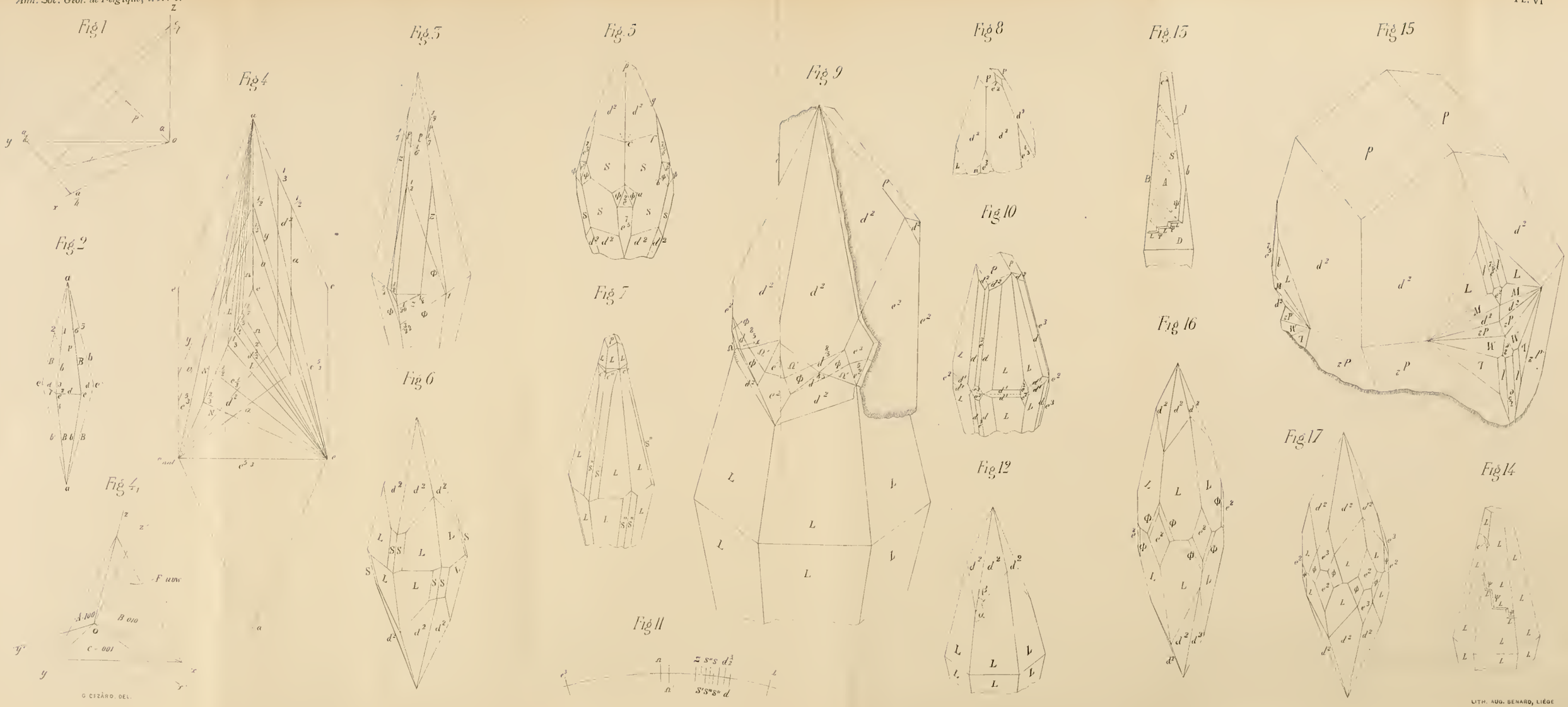


Fig 14



ITH. AUG. BÉNARD, LIÈGE.



G. CEZÁRO. DEL.

LITH. AUG. BENARD, LIÉGE

§. 34

§ 37

NARD, LIÈGE

Fig 18

Fig 19.

Fig 21

Fig 23

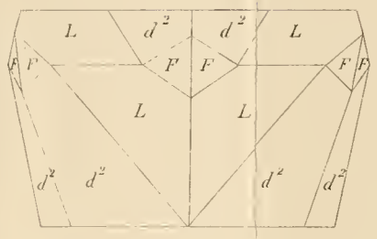


Fig 20

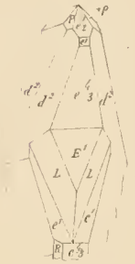


Fig 22

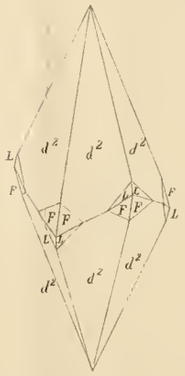


Fig 25

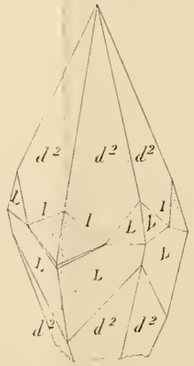


Fig 24

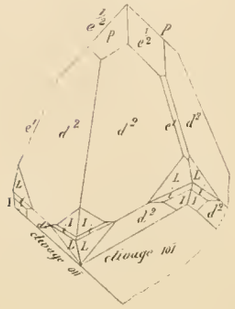


Fig 26

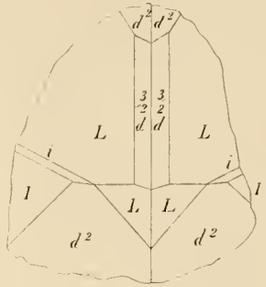


Fig 27

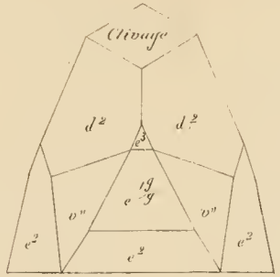


Fig 28

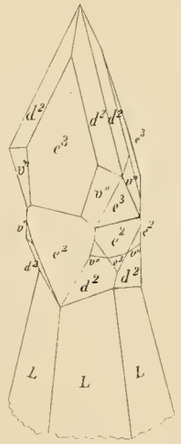


Fig 33

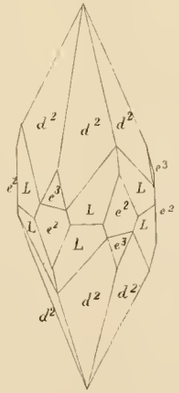


Fig 31

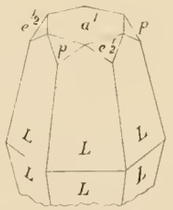


Fig 34

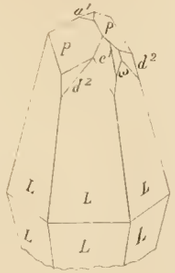


Fig 29

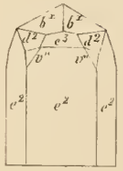


Fig 30

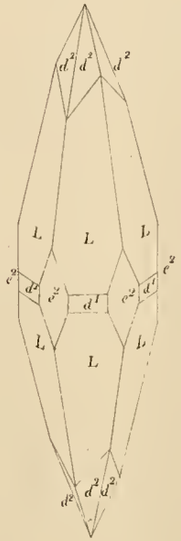


Fig 29 bis

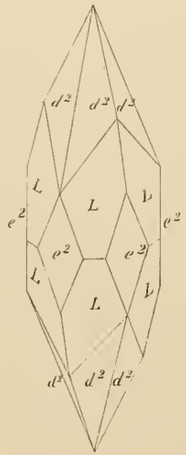


Fig 35

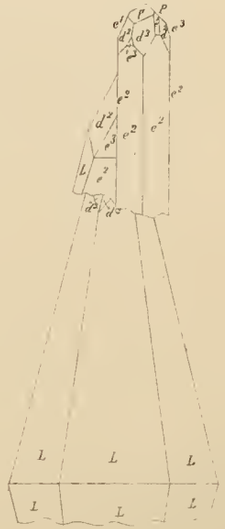


Fig 36

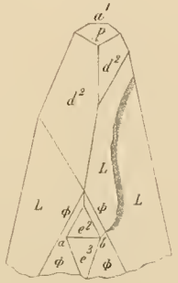


Fig 32

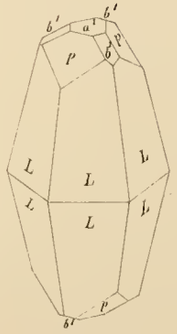


Fig 37

G. CEZARO. DEL.

LITH. AUG. BÉNARD, LIÈGE

Fig. 55

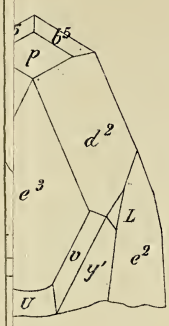


Fig. 56

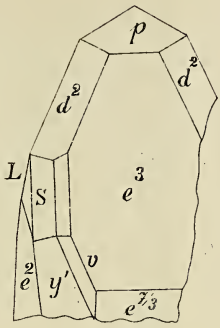


Fig. 58

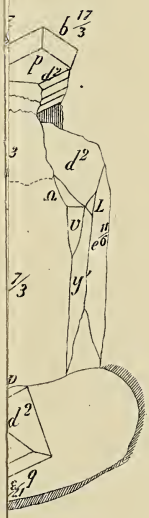


Fig. 59

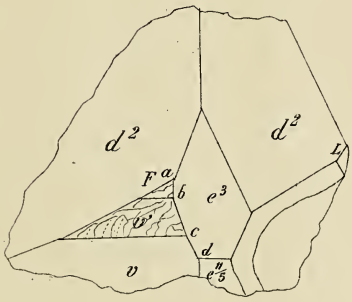
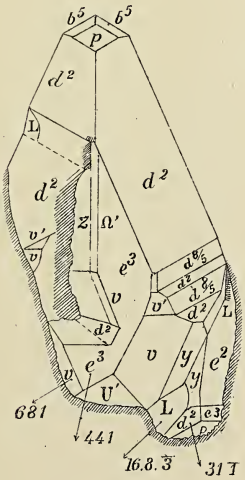


Fig. 61



LITH. AUG. BÉNARD, LIÈGE.

Fig 38

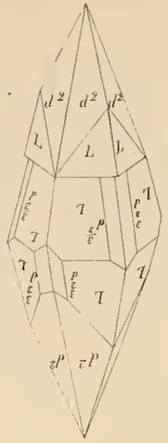


Fig 39

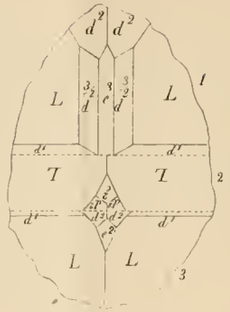


Fig 40

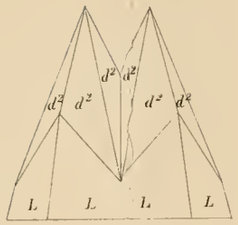


Fig 41

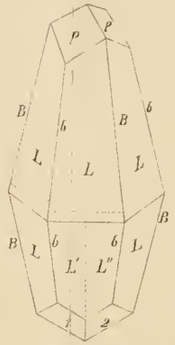


Fig 42

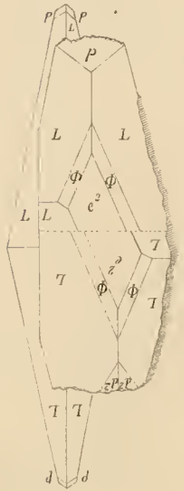


Fig 43

Fig 44

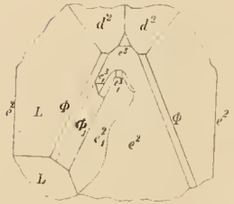


Fig 45

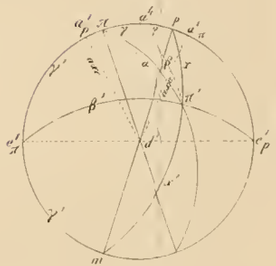


Fig 46

Fig 47

Fig 48

Fig 49

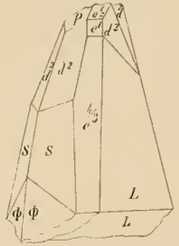


Fig 50

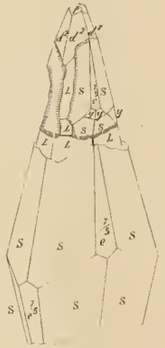


Fig 51

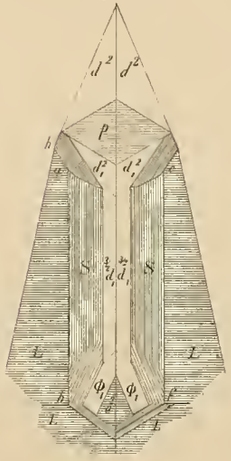


Fig 52

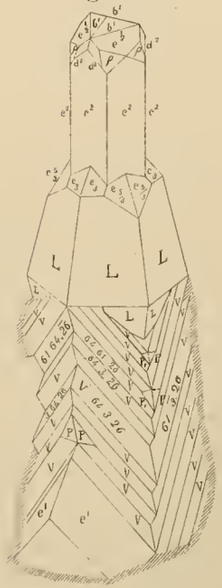


Fig 53

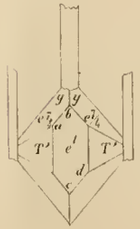


Fig 54

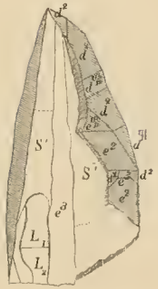


Fig 55

Fig 56

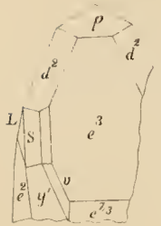


Fig 57

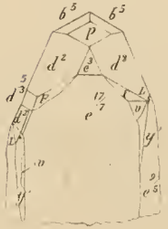


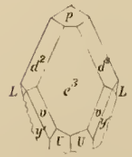
Fig 58

Fig 59

Fig 60

Fig 61

Fig 62



F. CEZARO. DEL.

LITH. AUG. BÉNARD, LIÉGE.

Fig. 63

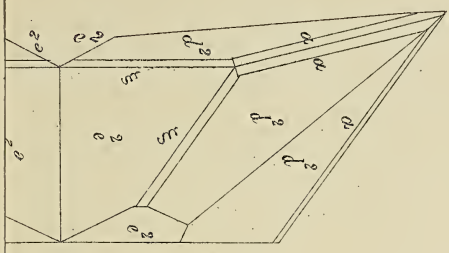


Fig. 64

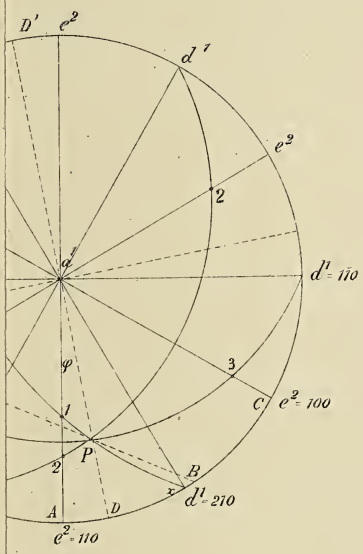
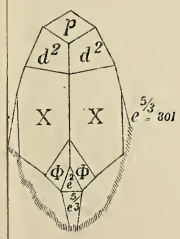


Fig. 65



LITH. AUG. BÉNARD, LIÈGE

Fig 63

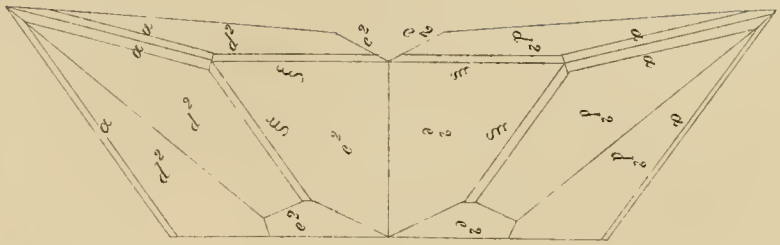


Fig 64

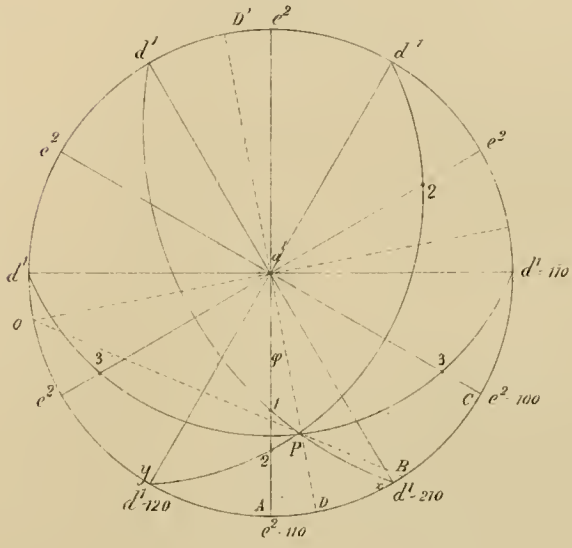
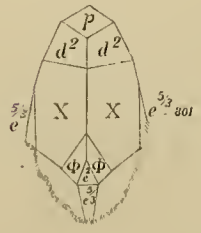
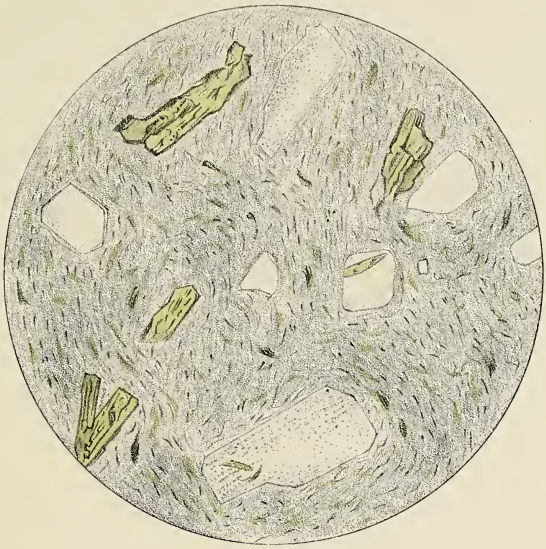


Fig 65



G. CEZÀRO. DEL.

LITH. AUG. BÉNARD, LIÉGE



Porphyre erratique ressemblant à celui de Rupt.
Grossissement 30 Sans Nicols.

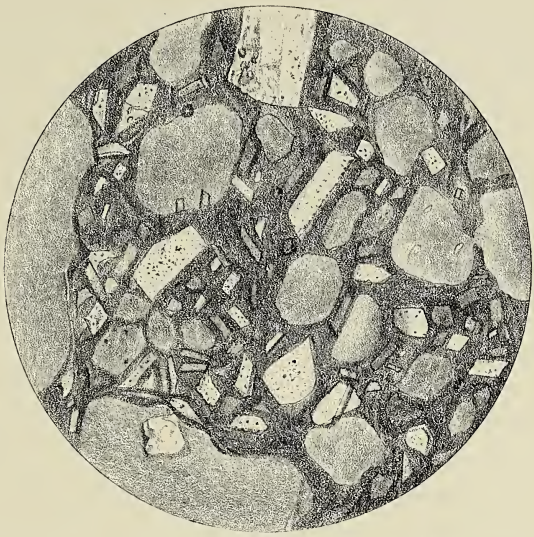
Porphyre des gissements mêmes de Rupt. (Vosges.)
Grossissement 30. Sans Nicols.

A. Erens, del. *Lith. G. Severeyns.*

Porphyre erratique ressemblant à celui de Gargberg.
Grossissement 60. Nicols croisés.

Porphyre des gissements mêmes de Gargberg.
Grossissement 60. Nicols croisés.

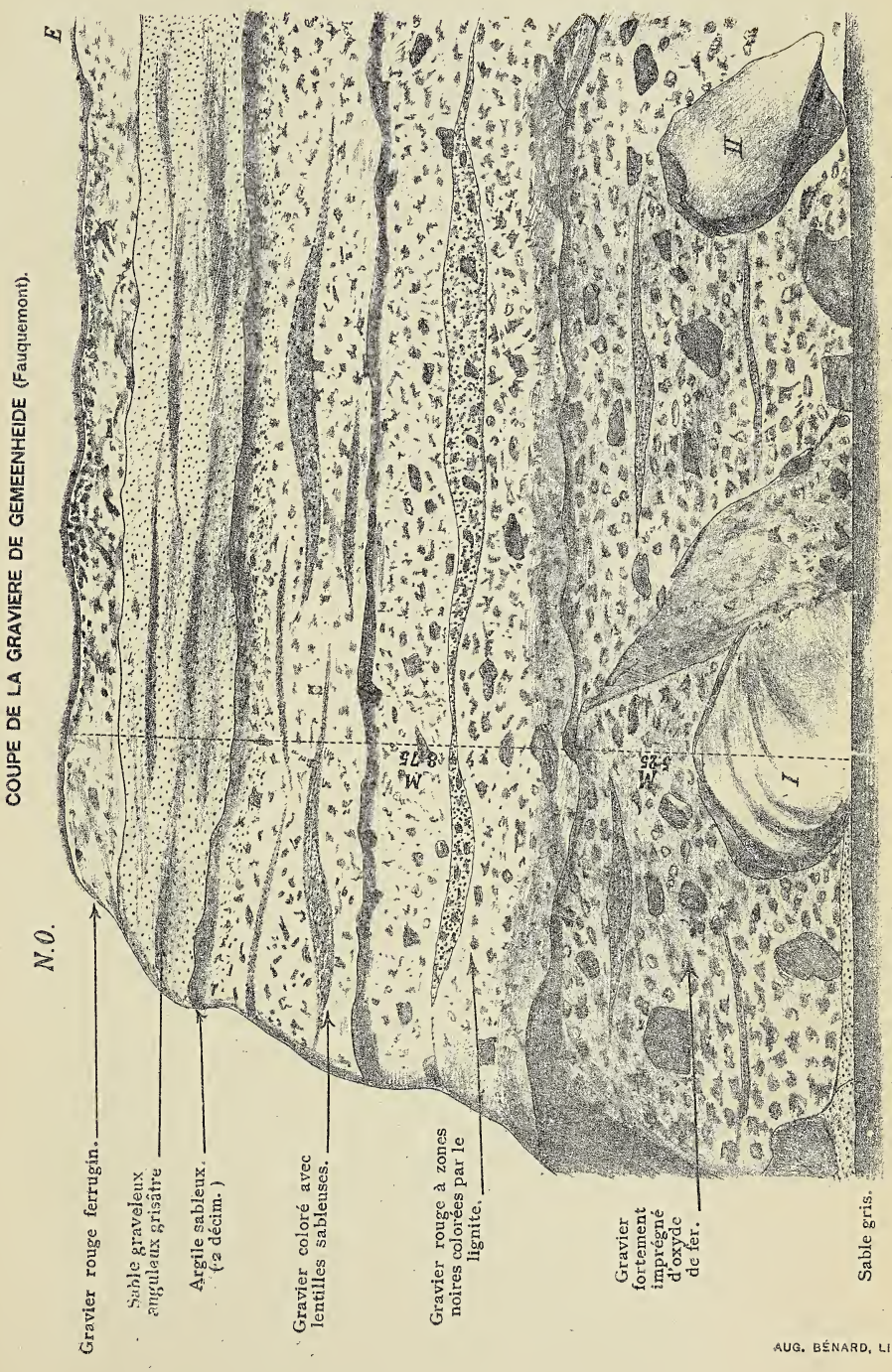
A. Frers, del. *Lith. G. Severeyns.*



Lave erratique ressemblant à celle de Niedermending.
Grossissement 80. Nicols croisés.

Lave du gissement même de Niedermending.
Grossissement 80. Nicols croisés.

A. Erens, del. *Lith. G. Severeyns.*



I. Bloc de grès probablement de grèslandèmen long. 1m55, larg. 1m19.
II. Bloc de phyllade-verte, long. 1m52, larg. 0m80 épais. 0m40.

AUG. BÉNARD, LIÈGE.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

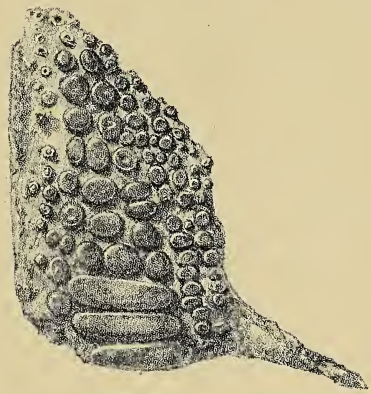


Fig. 1.

Fig. 10.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 6.

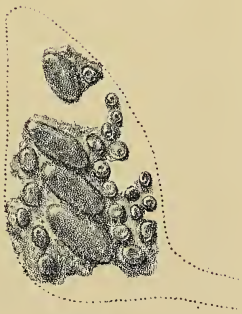


Fig. 2.

Fig. 7.

A. Decelle, ad nat. et in lap. del.

LITH. AUG. BÉNARD. LIÈGE.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01368 6290